



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας
και Περιφερειακής Ανάπτυξης



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (ΔΠΜΣ)

<<Βιώσιμη Διαχείριση Περιβαλλοντικών Αλλαγών και Κυκλική Οικονομία>>

Μεταπτυχιακή Εργασία

με τίτλο:

<<Χρήση Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (DEA) για τη συγκριτική αξιολόγηση σιτηρεσίου σόγιας και ψυχανθών, στο σύνολο του παραγωγικού μοντέλου (αγρός – αγελαδοτροφική μονάδα), ως προς την ικανότητα παραγωγής αγελαδινού γάλακτος>>

Φοιτητής: Λεωνίδας-Σωτήριος Κυργιάκος

Επιβλέπων: Γεώργιος Βλόντζος, Αναπληρωτής Καθηγητής

-ΒΟΛΟΣ 2020-

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Γιώργο Βλόντζο για την δυνατότητα που μου έδωσε να εκπονήσω τη μεταπτυχιακή μου εργασία καθώς και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά την περάτωση αυτής. Οι σημαντικές υποδείξεις και συμβουλές του με κατεύθυναν σ' ένα σωστό τρόπο σκέψης και μου προσέφεραν σημαντικά εφόδια για την μετέπειτα ζωή μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της επιτροπής, τον Καθηγητή κ. Αθανάσιο Σφουγγάρη και την Καθηγήτρια κα. Marie Noel Dyken για τις πολύτιμες συμβουλές τους και την κατανόηση τους. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα, όλους του καθηγητές του ΔΠΜΣ Βιώσιμη Διαχείριση Περιβαλλοντικών Αλλαγών και Κυκλική Οικονομία για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν την προηγούμενη χρονιά και τη συμβολή τους στην συνολικότερη πρόοδο μου ως άτομο. Ιδιαίτερα σημαντική κρίνεται και η συμβολή των υπόλοιπων συμφοιτητών μου: Γεώργιου Αγριγιάννη, Χριστίνας Κλεισιάρη, Σωτηρίας Παπαδήμου και Ελένης-Χριστίνας Γκαμπούρα με τους οποίους υπήρχε μια άψογη συνεργασία.

Τέλος, θέλω να εκφράσω ένα τεράστιο ευχαριστώ στην οικογένεια μου, για την στήριξη την εμπιστοσύνη και το χρόνο που έχει διαθέσει όλα αυτά τα χρόνια για να καταφέρω να εκπονήσω τη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	9
2	Σκοπός και στόχος	11
3	Γενικά χαρακτηριστικά ψυχανθών.....	12
4	Παραγωγή ψυχανθών και σόγιας	16
4.1	Παγκόσμια παραγωγή ψυχανθών	16
4.2	Παραγωγή ψυχανθών στην Ευρώπη	20
4.3	Παραγωγή ψυχανθών στην Ελλάδα	23
5	Συμβολή –Ρόλος των ψυχανθών.....	28
5.1	Βιολογική αζωτοδέσμευση	28
5.2	Ανθεκτικότητα σε αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες	33
5.2.1	Ανθεκτικότητα σε αβιοτικούς παράγοντες	33
5.3	Ανθρώπινη υγεία	39
5.4	Η περίπτωση της σόγιας	43
6	Ψυχανθή και σόγια στο σιτηρέσιο των παραγωγικών ζώων.....	46
6.1	Ζωοτροφές χοίρων.....	47
6.2	Ζωοτροφές ορνίθων.....	48
6.3	Ζωοτροφές μηρυκαστικών	51
7	Περιοριστικοί παράγοντες εξάπλωσης ψυχανθών.....	56
8	Περιβαλλοντικό αντίκτυπο χρήσης σόγιας και ψυχανθών ως ζωοτροφή.....	57
8.1	Υδατικό αποτύπωμα	58
8.2	Ανθρακικό αποτύπωμα.....	62
8.3	Ανάλυση κύκλου ζωής – Life Cycle Assessment (LCA).....	65
9	Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων- (DEA)	69
10	Μεθοδολογία.....	72
11	Αποτελέσματα-Συζήτηση.....	76
11.1	Ανάλυση δημογραφικών και κοινωνικών γνωρισμάτων του δείγματος	76
11.2	Αποτελέσματα της Μεθόδου Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (DEA) .	80
11.3	Ανάλυση αποτελεσμάτων ποσότητας και ποιότητας γάλακτος	82
11.3.1	Ποσότητα παραγόμενου γάλακτος	82
11.3.2	Ποιότητα παραγόμενου γάλακτος	83
12	Συμπεράσματα-Προτάσεις	85
13	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	90
14	Βιβλιογραφία	93

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΜΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

<u>Γράφημα 1:</u> Αποτελέσματα μετρήσεων του όρου <<grain legumes>> από την Google Analytics για την περίοδο αναφοράς 2004-2019	10
<u>Γράφημα 2:</u> Παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σόγιας, Μέσος όρος ετών 1994-2017, Πηγή: FAOSTA	16
<u>Γράφημα 3:</u> Παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση ανά ομάδες καλλιεργειών, Μέσος όρος ετών 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT	17
<u>Γράφημα 4:</u> Παγκόσμια παραγωγή ανά ομάδες καλλιεργειών, Μέσος όρος ετών 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT	18
<u>Γράφημα 5:</u> Σύνολο εξαγωγών σόγιας και ψυχανθών ανά ήπειρο για τη χρονική περίοδο 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT	19
<u>Γράφημα 6:</u> Σύνολο εισαγωγών σόγιας και ψυχανθών ανά ήπειρο για τη χρονική περίοδο 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT	20
<u>Γράφημα 7:</u> Παραγωγή σόγιας και ψυχανθών ανά Ευρωπαϊκή χώρα για το έτος 2017, Πηγή: FAOSTAT	21
<u>Γράφημα 8:</u> Μέση παραγωγή σόγιας και ψυχανθών στις Ευρωπαϊκές χώρες το χρονικό διάστημα 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT	22
<u>Γράφημα 9:</u> Συγκεντρωτικό γράφημα καλλιεργούμενης έκτασης και παραγωγής σόγιας και ψυχανθών στην Ελλάδα για την περίοδο 2013-2019. Πηγή: ΥΠΑΑΤ	23
<u>Γράφημα 10:</u> Διαστρωμάτωση παραγωγής σόγιας και ψυχανθών στην Ελλάδα για το έτος 2018, Πηγή: ΥΠΑΑΤ	24
<u>Γράφημα 11:</u> Σύνολο εξαγωγών για ψυχανθή και σόγια, Περίοδος: 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT	25
<u>Γράφημα 12:</u> Σύνολο εισαγωγών για ψυχανθή και σόγια, Περίοδος: 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT	26
<u>Γράφημα 13:</u> Καλλιεργήσιμη έκταση ψυχανθών στην Ελλάδα για την περίοδο αναφοράς 1967-2017, Πηγή: FAOSTAT	27
<u>Γράφημα 14:</u> Παγκόσμια παραγωγή κρέατος και σόγια για τη χρονική περίοδο 1980-2017, Πηγή FAOSTAT	46
<u>Γράφημα 15:</u> Ποσότητες που εκλύονται κατά τη διαδικασία παραγωγής μαγειρεμένων φασολιών για κονσερβοποίηση, Πηγή: Del Borghi et al. (2018)	67
<u>Γράφημα 16:</u> Ηλικιακή διαστρωμάτωση δείγματος, Ιδία επεξεργασία	76
<u>Γράφημα 17:</u> Κατανομή φύλων του δείγματος, Ιδία επεξεργασία	77
<u>Γράφημα 18:</u> Κατανομή μορφωτικού επιπέδου των συμμετεχόντων, Ιδία επεξεργασία	77

<u>Γράφημα 19:</u> Κατανομή αριθμού παιδιών των συμμετεχόντων, Ιδία επεξεργασία	78
<u>Γράφημα 20:</u> Κατανομή ετήσιου εισοδήματος των συμμετεχόντων, Ιδία επεξεργασία	78
<u>Γράφημα 21:</u> Κατανομή καλλιεργούμενης έκτασης ψυχανθών του δείγματος, Ιδία επεξεργασία	79
<u>Γράφημα 22:</u> Τιμές αποδοτικότητας για τις καλλιέργειες α) μπιζελιού, β) κουκιού γ) λούπινου, Ιδία επεξεργασία	82
<u>Γράφημα 23:</u> Μέσοι όροι ποσότητας παραγόμενου γάλακτος, Ιδία επεξεργασία	83
<u>Γράφημα 24:</u> Ποσοστό λιπαρών αγελαδινού γάλακτος Σιτηρεσίου Α και Β, Ιδία επεξεργασία	84
<u>Γράφημα 25:</u> Ποσοστό πρωτεϊνών αγελαδινού γάλακτος Σιτηρεσίου Α και Β, Ιδία επεξεργασία	84

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΜΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

<u>Πίνακας 1:</u> Συγκεντρωτικός πίνακας κυριότερων ψυχανθών ανά εποχή σοράς	10
<u>Πίνακας 2:</u> Κύρια θρεπτικά συστατικά βασικότερων ψυχανθών και σόγιας, Πηγή: (Global Bioenergy, 2005)	11
<u>Πίνακας 3:</u> Μέσες αποδόσεις κυριότερων ομάδων καλλιεργειών σε παγκόσμιο επίπεδο (2007-2017), Πηγή: FAOSTAT	14
<u>Πίνακας 4:</u> Συνεισφορά αζώτου σε Kg/στρέμμα διαφορετικών ψυχανθών. Πηγή: (Büchi et al., 2015)	29
<u>Πίνακας 5:</u> Συγκεντρωτικός Πίνακας ενδεικτικών αναφορών πλεονεκτημάτων ψυχανθών	38
<u>Πίνακας 6:</u> Ποιοτικά χαρακτηριστικά αγελαδινού γάλακτος	50
<u>Πίνακας 7:</u> Ορισμοί και τρόποι υπολογισμού για τις διαφορετικές κατηγορίες υδατικού αποτυπώματος	56
<u>Πίνακας 8:</u> Διαφορετικά επίπεδα διερεύνησης αποτελεσματικότητας με τη χρήση της ανάλυσης DEA, Πηγή: (Banker, Charnes, & Cooper, 1984)	65
<u>Πίνακας 9:</u> Αναλυτικός πίνακας συστατικών σιτηρεσίου α) Σόγιας β) Ψυχανθών	71
<u>Πίνακας 10:</u> Συγκεντρωτικός Πίνακας δημογραφικών χαρακτηριστικών δείγματος	14
<u>Πίνακας 11:</u> Συγκεντρωτικός Πίνακας αποτελεσμάτων αξιολόγησης των καλλιεργειών α) μπιζέλι β) κουκί γ) λούπινο	81

<u>Πίνακας 12:</u> SWOT Analysis για την ενσωμάτωση σιτηρεσίου τοπικά παραγόμενων ψυχανθών στο σιτηρέσιο γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων	87
--	----

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΜΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ

<u>Εικόνα 1:</u> Χάρτης κυριότερων περιοχών αναζήτησης του όρου grain legumes από την Google Analytics για την περίοδο αναφοράς 2004-2019	11
<u>Εικόνα 2:</u> Άνθος από <i>Vicia sativa</i> της οικ. Fabaceae	13
<u>Εικόνα 3:</u> Διαγραμματική απεικόνιση του κύκλου του αζώτου, Πηγή: U.S. Environmental Protection Agency, 2019	29
<u>Εικόνα 4:</u> Τα μέρη που απαρτίζουν το στομάχο των μηρυκαστικών ζώων, Πηγή: Πανεπιστημιακές σημειώσεις Κουρουσέκος Γ	52
<u>Εικόνα 5:</u> 17 Στόχοι της Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals-SDGs)	59
<u>Εικόνα 6:</u> Σχηματική απεικόνιση βασικών αρχών DEA	70

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΜΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<u>Σχήμα 1:</u> Απεικόνιση επιπέδων - υπολογισμού ανθρακικού αποτυπώματος	63
---	----

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΡΤΥΚΟΛΕΞΩΝ

ΚΑΠ	Κοινή Αγροτική Πολιτική
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
SDGs	Sustainable Development Goals
ΥΠΑΑΤ	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
DEA	Data Envelopment Analysis

Περίληψη

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εξετάζεται η πιθανότητα αντικατάστασης της σόγιας στο σιτηρέσιο γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων με τοπικά παραγόμενα ψυχανθή. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση με κυριότερα σημεία 1) την ανάδειξη των αγορών σόγιας και ψυχανθών 2) τη συμβολή των ψυχανθών στη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής 3) επιπτώσεις από την αντικατάσταση σόγιας στο σιτηρέσιο παραγωγικών ζώων και 4) περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την αλλαγή του σιτηρεσίου. Επιπλέον πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία δύο σταδίων α) συλλογή ερωτηματολογίων n=78 για τις καλλιέργειες κουκί λούπινο και μπιζέλι οι οποίες β) ήταν οι καλλιέργειες που αντικατέστησαν τη σόγια στο σιτηρέσιο 50 γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων. Τα συλλεχθέντα στοιχεία αναλύθηκαν με τη χρήση της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (DEA). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι καλλιέργειες ψυχανθών χρήζουν βελτίωσης προκειμένου να αυξήσουν την αποδοτικότητα χρήσης εισροών αν και καταγράφηκαν πλήρως αποδοτικές εκμεταλλεύσεις ενώ το νέο σιτηρέσιο φαίνεται να είναι υψηλά υποσχόμενο με ελάχιστες διαφορές στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του γάλακτος.

Λέξεις-κλειδιά: Ψυχανθή, σόγια, ποσότητα γάλακτος, ποιότητα γάλακτος, Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (DEA)

Abstract

Aim of this postgraduate thesis is to examine the possibility of soybean substitution in dairy cows with locally produced legumes. To achieve the above objective, a bibliographic review was carried out with main findings 1) soybean and legume markets around the globe 2) legumes contribution to climate change mitigation 3) effects of soy substitution on productive animals' performance and 4) environmental impacts from legumes inclusion in animal feed. In addition, a two-stage experimental procedure was carried out: a) collection of n = 78 questionnaires for cooked lupine and pea crops which were the crops that have replaced soy in the diet of 50 dairy cows. The data collected were analyzed using the Data Envelopment Analysis (DEA). The results showed that leguminous crops need improvement in order to increase the efficiency of input use, although fully profitable holdings were recorded while the new diet appears to be highly promising with little difference in the quantitative and qualitative characteristics of the milk.

Keywords: Legume, soybeans, milk quantity, milk quality, Environmental Data Analysis (DEA)

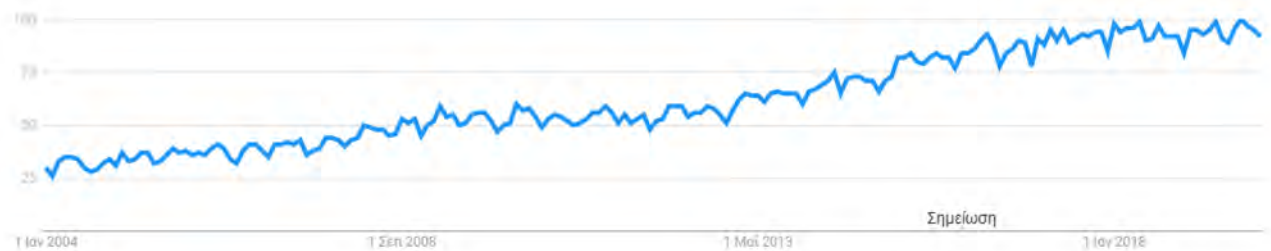
1 Εισαγωγή

Η συνεχής αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού ωθεί την ανθρωπότητα στην ανεύρεση νέων λύσεων μέσα από τις οποίες θα εξασφαλίσει την επιβίωση, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει αναγκαιότητα για προστασία του περιβάλλοντος ώστε να μπορέσουν και οι επόμενες γενιές όχι μόνο να επιβιώσουν αλλά να έχουν τουλάχιστον την ποιότητα ζωής που βιώνει η ανθρωπότητα την παρούσα χρονική στιγμή ή μια βελτιωμένη έκδοση αυτής αν είναι δυνατό. Σε κάθε περίπτωση η πορεία προς την επίτευξη του παραπάνω στόχου, θα πρέπει να είναι είτε σταθερή είτε ανοδική και ποτέ πτωτική. Καθώς λοιπόν αυξάνεται ο ανθρώπινος πληθυσμός, παράλληλα αυξάνεται και η ανάγκη για διατροφή και πιο συγκεκριμένα η ανάγκη για κρέας και ζωικών προϊόντων. Προκειμένου να επιτευχθεί η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων κρέατος για να τραφεί η ανθρωπότητα, απαιτούνται εξίσου μεγάλες ποσότητες από ζωοτροφές που θα θρέψουν τα παραγωγικά ζώα.

Η κυριότερη πηγή φυτικής πρωτεΐνης την τελευταία 15ετία, προέρχεται από τη σόγια, που εξαιτίας του οικονομικού ενδιαφέροντος που παρουσιάζει έχει δεχθεί αρκετές γενετικές βελτιώσεις με απώτερο σκοπό την αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη καθώς και της αντοχής της σε πιο ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες. Κύριο κέντρο παραγωγής και διανομής σόγιας παγκοσμίως είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής ενώ δεύτερη στην παραγωγή σόγιας έρχεται η Ευρωπαϊκή Ένωση. Προκειμένου η ΕΕ να απεξαρτηθεί από τις εισαγωγές σόγιας από της ΗΠΑ αναζητεί εναλλακτικές πηγές φυτικής πρωτεΐνης που θα καλύψουν το κενό που θα προκύψει από την μείωση των εισαγωγών. Υπάρχει έντονη προσπάθεια στη διερεύνηση της καλλιέργειας τοπικών ποικιλιών ψυχανθών που είναι ήδη προσαρμοσμένα στις εδαφοκλιματικές απαιτήσεις των διάφορων χωρών της ΕΕ, αλλά και την καταγραφή των επιδράσεων τους στο επόμενο κρίκο της αγρο-διατροφικής αλυσίδας που είναι οι μονάδες ζωικής παραγωγής. Το ενδιαφέρον εστιάζεται κυρίως στην ποιότητα και στην ποσότητα των τελικών παραγόμενων προϊόντων (κρέας, γάλα, αυγά) που θα προκύψουν έπειτα από τις αλλαγές στην διατροφή των ζώων.

Όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα το οποίο έχει προκύψει από την αναζήτηση του όρου <<grain legumes>> μέσα από την υπηρεσία Google Analytics,

υπάρχει μια συνεχόμενη αύξηση στην αναζήτηση του όρου (Γράφημα 1). Στη δεξιά στήλη καταγράφεται το ποσοστό των θεάσεων συγκριτικά με τις μέγιστες αναζητήσεις του όρου κάθε φορά για την χρονική περίοδο 2004-2019. Παρατηρείται ότι από το 2018 και μετά ο όρος έχει ακουμπήσει το μέγιστο των αναζητήσεων πέντε φορές, γεγονός που καταδεικνύει την εντατικοποίηση των αναζητήσεων γύρω από το συγκεκριμένο όρο.



Γράφημα 1: Αποτελέσματα μετρήσεων του όρου <<grain legumes>> από την Google Analytics για την περίοδο αναφοράς 2004-2019

Σε ό,τι αφορά την παγκόσμια εξάπλωση των αναζητήσεων αυτών, φαίνεται πως αφορούν όλες τις περιοχές καλλιέργειας των ψυχανθών, με μεγαλύτερο ενδιαφέρον από τις περιοχές της Γαλλίας, της Πορτογαλίας, της Αγκόλας και της Βραζιλίας. Οι διαφορετικές τονικότητες του μπλέ χρώματος εκφράζονται με την ίδια λογική όπως στο Γράφημα 1, σύμφωνα δηλαδή με το μέγιστο των αναζητήσεων που προκύπτουν από τις διάφορες περιοχές. Η μεγάλη γεωγραφική διασπορά των σημαντικότερων κέντρων που αναζητούν πληροφορίες για τα ψυχανθή, ενισχύει την άποψη για ένα γενικεύμενο ενδιαφέρον γύρω από τα ψυχανθή.



Εικόνα 1: Χάρτης κυριότερων περιοχών αναζήτησης του όρου grain legumes από την Google Analytics για την περίοδο αναφοράς 2004-2019

2 Σκοπός και στόχος

Ο σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της ποιότητας και της ποσότητας του παραγόμενου γάλακτος έπειτα από αντικατάσταση του σιτηρεσίου σόγιας σε γαλακτοπαραγωγικές με μείγμα ψυχανθών. Για το σκοπό αυτό η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει:

A) Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την παγκόσμια, την ευρωπαϊκή αλλά και την εγχώρια αγορά σόγιας και ψυχανθών. Επιπλέον εξετάστηκαν τα οφέλη που προκύπτουν από την καλλιέργεια των λοιπών ψυχανθών έναντι της σόγιας.

B) Πειραματικό στάδιο εφαρμογής της αντικατάστασης σόγιας στο σιτηρέσιο γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων με τη χρήση τοπικά παραγόμενων ψυχανθών. Για την επίτευξη του δεύτερου σκέλους σχεδιάστηκε μια έρευνα δύο σταδίων. Το πρώτο στάδιο αποσκοπούσε στον υπολογισμό της τεχνικής αποτελεσματικότητας της καλλιέργειας των ψυχανθών (κουκί, λούπινο και μπιζέλι) σε παράγωγους της Θεσσαλίας προκειμένου να εξεταστεί η συνολική τους απόδοση σε σχέση με το βαθμό αξιοποίησης των εισροών στις γεωργικές τους εκμεταλλεύσεις. Η επίτευξη του πρώτου σταδίου πραγματοποιήθηκε με ένα ερωτηματολόγιο τριών μερών το οποίο αρχικά περιλάμβανε δημογραφικά στοιχεία των ερωτηθέντων ενώ το δεύτερο και τρίτο μέρος αφορούσε στοιχεία εισροών (λιπάσματα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα, ηλεκτρικό ρεύμα, πετρέλαιο, εργασία.) και εκροών (καθαρό εισόδημα μαζί με

επιδοτήσεις) των γεωργικών εκμεταλλεύσεων που σχετίζονταν με την παραγωγή ψυχανθών.

Στη συνέχεια σε συνεργασία με την Αγελαδοτροφική Τριανταφύλλου μέσω του μέσω του προγράμματος CropFeed που εκπονείται με τη συμμετοχή 3 εργαστηρίων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Αγροτικής Οικονομίας και Καταναλωτικής Συμπεριφοράς, Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας, Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών) καθώς και τον συνεταιρισμό ΘΕΣγη που εδρεύει στη Λάρισα, πραγματοποιήθηκε αντικατάσταση του σιτηρεσίου σόγιας σε 50 αγελάδες γαλακτοπαραγωγής με τοπικά παραγόμενες ισοπρωτεϊνούχες ζωοτροφές ψυχανθών. Μετρήσεις για την ποσότητα και την ποιότητα του γάλακτος λαμβάνονταν τόσο κατά τη διάρκεια σίτισης των αγελάδων με σόγια όσο και με το ανανεωμένο σιτηρέσιο.

Στόχος της συγκεκριμένης διατριβής είναι να αναδείξει τα σημεία που χρήζουν βελτίωση σε ό,τι αφορά την παραγωγή των παραγόμενων ψυχανθών στην ελληνική επικράτεια καθώς και τυχόν προβλήματα που μπορεί να ανακύψουν από την αντικατάσταση της σόγιας με τοπικά παραγόμενες ζωοτροφές ψυχανθών.

3 Γενικά χαρακτηριστικά ψυχανθών

Η προηγούμενη ενότητα έδειξε το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα ψυχανθή σε παγκόσμιο επίπεδο. Δυστυχώς είναι εξαιρετικά δύσκολο να εξακριβωθεί το ακριβές αίτιο της αναζήτησης του συγκεκριμένου όρου π.χ ψυχανθή για καλλιέργεια, ψυχανθή για ανθρώπινη κατανάλωση, ψυχανθή για ζωοτροφή ή ακόμη και για γενετική βελτίωση Στο παρόν κεφάλαιο δίνεται μια συνοπτική περιγραφή της κατηγορίας των ψυχανθών ώστε ο αναγνώστης να αποκτήσει μια γενική εικόνα γύρω από την οικογένεια των ψυχανθών.

Ταξινομικά τα ψυχανθή ανήκουν στην οικογένεια Fabaceae ενώ η ετυμολογία της λέξης που χαρακτηρίζει τη συγκεκριμένη οικογένεια φυτών προέρχεται από το <<ψυχή + άνθος>>, προσδιορισμός που παραπέμπει στον ιδιαίτερο τύπο του άνθους των ψυχανθών (Εικόνα 2). Τα κυριότερα καλλιεργούμενα είδη τόσο στην ελληνική όσο και στην παγκόσμια επικράτεια είναι ο βίκος (*Vicia sativa*)



Εικόνα 2: Άνθος από *Vicia sativa* της οικ. Fabaceae

το μπιζέλι (*Pisum sativum*), το λαθούρι (*Lathyrus cicera*) το ρόβι (*Vicia ervillia*), το λούπινο (*Lupinus spp.*), το κουκί (*Vicia faba*), το ρεβίθι (*Cicer arietinum*), η φακή (*Lens culinaris*) τα φασόλια (*Phaseolus vulgaris*), η αραχίδα (*Arachis hypogea*), η μηδική (*Medicago sativa*) το τριφύλλι (*Trifolium repens*) και η σόγια (*Glycine max*). Τα παραπάνω είδη καλλιεργούνται 1) για την παραγωγή καρπών που θα χρησιμοποιηθούν στη διατροφή των ανθρώπων ή των παραγωγικών ζώων 2) για την παραγωγή ζωοτροφών ως σανό ή ως ενσύρωμα 3) για χλωρή λίπανση – καλλιέργεια και ενσωμάτωση στον αγρό.

Αν και μπορούν να γίνουν αρκετές και διαφορετικές ταξινομήσεις ανάλογα με τις διαφορετικές χρήσεις των ψυχανθών, τις ανάγκες για άρδευση, ο σκοπός παραγωγής εντούτοις η πιο ουσιαστική είναι αυτή που διαχωρίζει τις καλλιέργειες των ψυχανθών σε χειμερινές και εαρινές διότι μέσα από αυτή την ταξινόμηση καθίστανται εύκολα αντιληπτές διάφορες παράμετροι όπως: οι ιδανικές θερμοκρασίες, οι πιθανοί εχθροί και ασθένειες, οι ανάγκες για άρδευση και τα χρονικά διαστήματα μέσα στα οποία θα πρέπει να πραγματοποιηθούν οι διάφορες γεωργικές εργασίες. Για παράδειγμα, μια χειμερινή καλλιέργεια εμφανίζει μια μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στο ψύχος σε σχέση με μια εαρινή, η ετήσια βροχόπτωση συχνά αρκεί για την κάλυψη των αναγκών σε άρδευση, προσβάλλεται από έντομα και ασθένειες που εμφανίζονται σε χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλά επίπεδα υγρασίας ενώ οι καλλιεργητικές πρακτικές ανάλογα τη χρονιά ξεκινούν περίπου το πρώτο 15νθήμερο του Οκτώβρη. Ενδεικτικά στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται μερικές καλλιέργειες ανάλογα με την εποχή σποράς τους.

Χειμερινές καλλιέργειες	Εαρινές καλλιέργειες
Βίκος (<i>Vicia sativa</i>)	Ρεβίθι (<i>Cicer arietinum</i>),
Μπιζέλι (<i>Pisum sativum</i>)	Φασόλια (<i>Phaseolus vulgaris</i>)
Λαθούρι (<i>Lathyrus cicera</i>)	Αραχίδα (<i>Arachis hypogea</i>)
Ρόβι (<i>Vicia ervillia</i>)	Μηδική (<i>Medicago sativa</i>)
Λούπινο (<i>Lupinus spp.</i>)	Τριφύλλι (<i>Trifolium repens</i>)
Κουκί (<i>Vicia faba</i>)	Σόγια (<i>Glycine max</i>)
Φακή (<i>Lens culinaris</i>)	

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας κυριότερων ψυχανθών ανά εποχή σποράς

Αξίζει να γίνει ιδιαίτερη αναφορά στην καλλιέργεια της σόγιας και στις διαφορές που εμφανίζει συγκριτικά με τα υπόλοιπα ψυχανθή μέσα από μια σύνοψη ορισμένων γεγονότων. Τόσο μέσα από τη διεθνή βιβλιογραφία όσο και από τις διεθνείς βάσεις δεδομένων όπως αυτή του FAOSTAT, της EUROSTAT αλλά και του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων κατατάσσουν τη σόγια σε ξεχωριστή κατηγορία από αυτή των ψυχανθών, ενώ ανήκει στην οικογένεια των Fabaceae. Όπως αναφέρει ο Vollmann (2016) η αγγλική ορολογία pulses που αναφέρεται στα ψυχανθή δεν περιλαμβάνει τη σόγια ενώ δίνει μια μικρή ιστορική αναδρομή για το πως έχει προκύψει ετυμολογικά αυτή η διαφορά.

Η πραγματική διαφοροποίηση της σόγιας από τα υπόλοιπα ψυχανθή παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα όπου φαίνεται η υψηλή περιεκτικότητα της σόγιας σε πρωτεΐνες συγκριτικά με τα υπόλοιπα ψυχανθή. Επιπλέον, το μικρό ποσοστό που περιέχει σε ινώδεις ουσίες συμβάλει στην διευκόλυνση της διαδικασίας της πέψης από τα παραγωγικά ζώα. Οι παρακάτω τιμές μπορεί να διαφοροποιηθούν ελαφρώς ανάλογα την ποικιλία, τις εδαφο-κλιματικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονται αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένας πολύ καλός δείκτης για τις αναμενόμενες συγκεντρώσεις σε θρεπτικά συστατικά για τα διάφορα ψυχανθή.

Θρεπτικά συστατικά (% του Ξηρού Βάρους)	Πρωτεΐνη	Άμυλο	Λίπος	Ινώδεις ουσίες
Μπιζέλι	24,0	51,0	1,1	6,0
Κουκί	29,0	43,0	1,7	9,3
Βίκος	28,0	43,0	1,6	4,5
Ρόβι	26,0	-	1,1	4,1
Ρεβίθι	21-24	41,0	6,1	10,0
Λούπινο	34-42	3-14	5,9-9,5	13-18
Σόγια	39-44	4-6	20,0	5,9

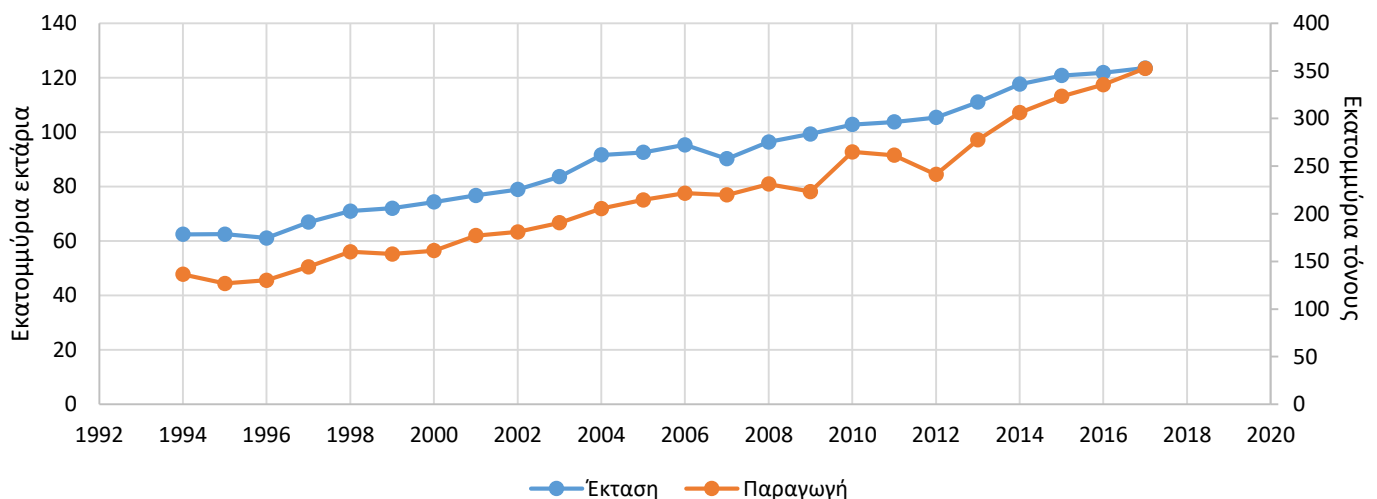
Πίνακας 2: Κύρια θρεπτικά συστατικά βασικότερων ψυχανθών και σόγιας,
Πηγή: (Global Bioenergy, 2005)

Σημαντικές είναι και οι διαφορές που αφορούν τις ανάγκες της σόγιας σε άρδευση. Όπως αναφέρεται στο βιβλίο της Παπακώστα (2012) οι ανάγκες της σόγιας κυμαίνονται από 600-1000m³/στρέμμα, γεγονός που την αναδεικνύει ως μια πολύ απαιτητική καλλιέργεια από άποψη νερού αντίστοιχη με αυτή του βαμβακιού. Επιπλέον, εμφανίζει μεγαλύτερο συντελεστή διαπνοής νερού από τα φύλλα συγκριτικά με τα υπόλοιπα ψυχανθή, γεγονός που μειώνει την αποδοτικότητα χρήσης του νερού για την καλλιέργεια σόγιας.

Η πορεία της σόγιας είναι σταθερά ανοδική από τη το 1994 έως σήμερα, με την καλλιεργούμενη έκταση να έχει διπλασιαστεί τα τελευταία 25 χρόνια, ενώ η παραγωγή είναι 2,5 φορές μεγαλύτερη περίπου μεταξύ του 1994 (136 εκ. τόνους) – 2017 (352 εκ. τόνους). Παρατηρείται επίσης και μια αύξηση της παραγωγικότητας της τάξης του 30% ανά καλλιεργούμενη μονάδα που οφείλεται στην ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στην γεωργία αλλά και στις γενετικές βελτιώσεις που έχει δεχθεί η σόγια ώστε να έχει μεγαλύτερες αποδόσεις. Ήδη από το 1994 η Monsanto είχε δημιουργήσει ποικιλίες εξαιρετικά ανθεκτικές στη γλυφοσάτη, ουσία που περιέχεται στο ζιζανιοκτόνο Roundup που έχει δεχθεί σκληρή κριτική για τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (Herman, 2003). Το 2015 ήταν η χρονιά κατά την οποία η Monsanto δεν κατέχει άλλα δικαιώματα

σε ότι αφορά την πατέντα για τη γενετικά τροποποιημένη ποικιλία της και όπως αποκαλύπτεται από το παρακάτω γράφημα είναι η χρονιά που σε παγκόσμιο επίπεδο μειώνεται η απόστασή μεταξύ εκτάσεων και παραγωγής.

Παγκόσμια παραγωγή και έκταση καλλιεργούμενης σόγιας



Γράφημα 2: Παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σόγιας, Μέσος όρος ετών 1994-2017, Πηγή: FAOSTAT

4 Παραγωγή ψυχανθών και σόγιας

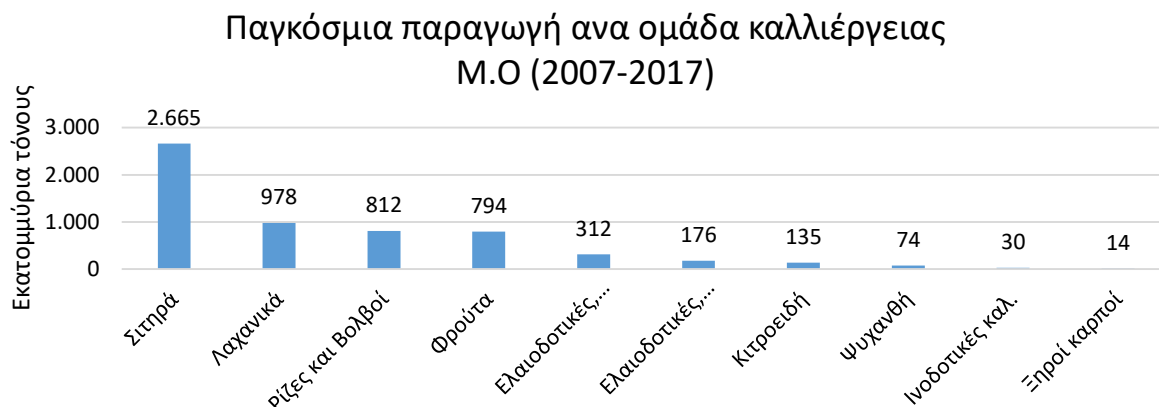
4.1 Παγκόσμια παραγωγή ψυχανθών

Τα ψυχανθή κατατάσσονται στη 4^η θέση μετά τα σιτηρά και τις ελαιοδοτικές καλλιέργειες (Γράφημα 3), σε ό,τι αφορά την έκταση που απαιτείται για την καλλιέργειά τους με βάση τα δευτερογενή στοιχεία που είναι αναρτημένα στη βάση δεδομένων του FAO. Συγκριτικά με τα σιτηρά και τα αγρωστώδη που καλλιεργούνται είτε για το λάδι τους είτε προορίζονται για ζωοτροφή, τα ψυχανθή εμφανίζουν μικρότερη ανθεκτικότητα στο ψύχος και στις ασθένειες ενώ εμφανίζουν και μεγαλύτερα ποσοστά διαπνοής. Το μεγάλο τους πλεονέκτημα όπως έχει ήδη αναφερθεί βρίσκεται στην υψηλή περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνη με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις να βρίσκονται στους καρπούς.



Γράφημα 3: Παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση ανά ομάδες καλλιεργειών, Μέσος όρος ετών 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT

Στο Γράφημα 4 απεικονίζεται ο μέσος όρος της παραγωγής ανά ομάδα καλλιεργειών για τη χρονική περίοδο 2007-2017, ενώ εύκολα παρατηρείται η μετάπτωση της κατηγορίας των ψυχανθών από την 4^η στην 8^η θέση, γεγονός που καταδεικνύει τις μικρές αποδόσεις ανά μονάδα καλλιεργούμενης έκτασης. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι μέσες αποδόσεις της περιόδου αναφοράς των γραφημάτων όπου αναφέρεται ότι στις πρώτες θέσεις των αποδόσεων βρίσκονται τα λαχανικά και τα εσπεριδοειδή με μέση παραγωγή τα 1833 kg/στρ και 1495 kg/στρ αντίστοιχα, ενώ τα ψυχανθή καταλαμβάνουν την 8^η θέση με μέση παραγωγή τα 93 kg/στρ. Αξίζει να αναφερθεί ότι για την κατασκευή των δύο επόμενων γραφημάτων (Γράφημα 3, Γράφημα 4) επιλέχθηκαν οι κατηγορίες των παρακάτω ομάδων καλλιεργειών όπως αυτές δίνονται από το FAO, που δεν συμπεριλαμβάνουν την καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σόγιας.



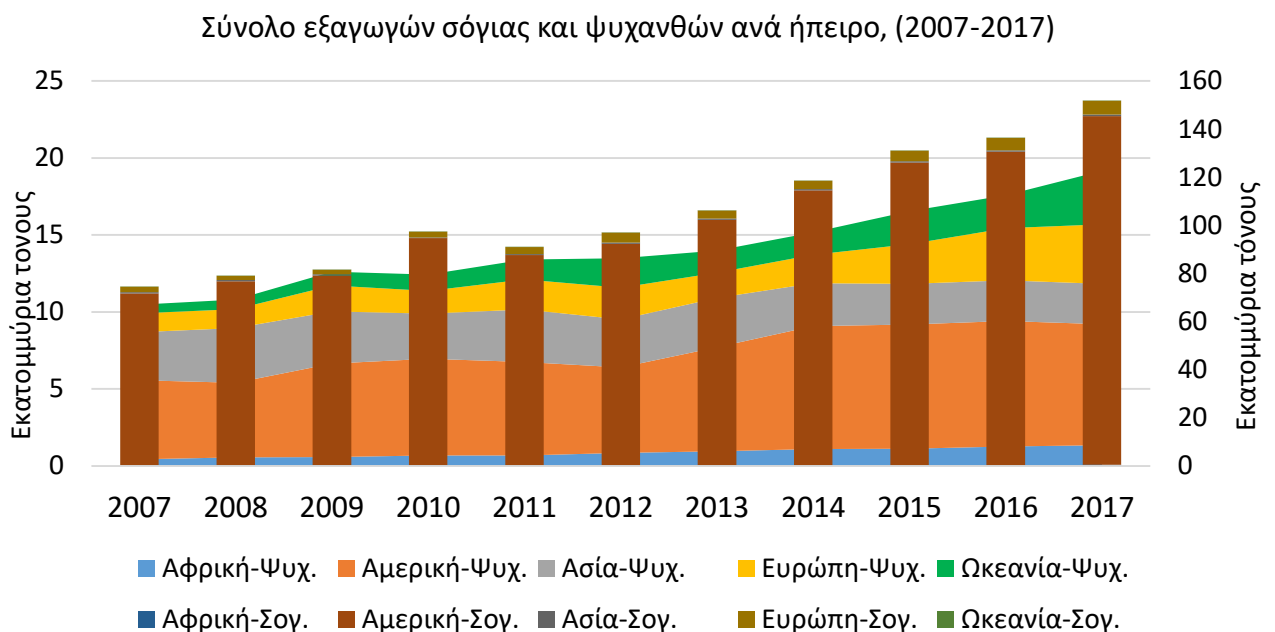
Γράφημα 4: Παγκόσμια παραγωγή ανά ομάδες καλλιεργειών, Μέσος όρος ετών 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT

α/α	Ετικέτες γραμμής	Απόδοση (kg/στρ)
1.	Λαχανικά	1833
2.	Εσπεριδοειδή	1495
3.	Ρίζες και Βολβοί	1357
4.	Φρούτα	1265
5.	Σιτηρά	373
6.	Ξηροί καρποί	128
7.	Ελαιοδοτικές, πίτα	118
8.	Ψυχανθή	93
9.	Ινοδοτικές καλ.	83
10.	Ελαιοδοτικές, λάδι	64

Πίνακας 3: Μέσες αποδόσεις κυριότερων ομάδων καλλιεργειών σε παγκόσμιο επίπεδο (2007-2017), Πηγή: FAOSTAT

Για την περαιτέρω διερεύνηση της παγκόσμιας κατάστασης κρίνεται απαραίτητο να μελετηθεί η διακίνηση ψυχανθών και σόγιας σε παγκόσμιο επίπεδο (Γράφημα 5). Σε ό,τι αφορά τις εξαγωγές ψυχανθών φαίνεται πως η Αμερική είναι υπεύθυνη για το 41% των συνολικών εξαγωγών που αντιστοιχεί σε 7,9 εκατομμύρια τόνους ψυχανθών από τους συνολικά 19,1 τόνους που εξήχθησαν για το 2017, ακολουθεί η Ευρώπη με 20%, η Ωκεανία με 18% και τις τελευταίες θέσεις καταλαμβάνουν η Ασία και η Αφρική με 13,7% και 6,9% αντίστοιχα. Αν και το μεγαλύτερο μέρος των εξαγωγών διαχρονικά ανήκει στην Αμερική, παρατηρείται επίσης μια μείωση της ψαλίδας μεταξύ Ασίας και Ευρώπης με την Ευρώπη να αναδεικνύεται πιο ανταγωνιστική τα τελευταία έτη, ενώ σε ανοδική πορεία βρίσκεται

και η Ωκεανία. Η οικονομική αξία των εξαγωγών παγκοσμίως αφορά το ποσό των 90,2 δις ευρώ. Σε ό,τι αφορά την εξαγωγή σόγιας για το έτος 2017 η επικράτηση της Αμερικής είναι ξεκάθαρη αφού από τους 151,8 εκατομμύρια τόνους, το 95,5% αυτών έχουν εξαχθεί από την Αμερική, ενώ μόλις το 3% αφορούν εξαγωγές από την Ευρώπη. Συγκριτικά μεταξύ σόγιας και ψυχανθών φαίνεται ότι οι εξαγωγές σόγιας αφορούν σχεδόν δεκαπενταπλάσιο αριθμό ποσοτήτων ενώ η χρηματική αξία αυτών αγγίζει τα 466 δις εκατομμύρια ευρώ. Για τη διευκόλυνση της ανάγνωσης του παρακάτω γραφήματος αναφέρεται ότι οι ποσότητες σόγιας είναι χωρισμένες ανά ήπειρο στις στήλες (δεξιός άξονας), ενώ οι ποσότητες των ψυχανθών είναι οι σκιασμένες περιοχές (αριστερός άξονας)

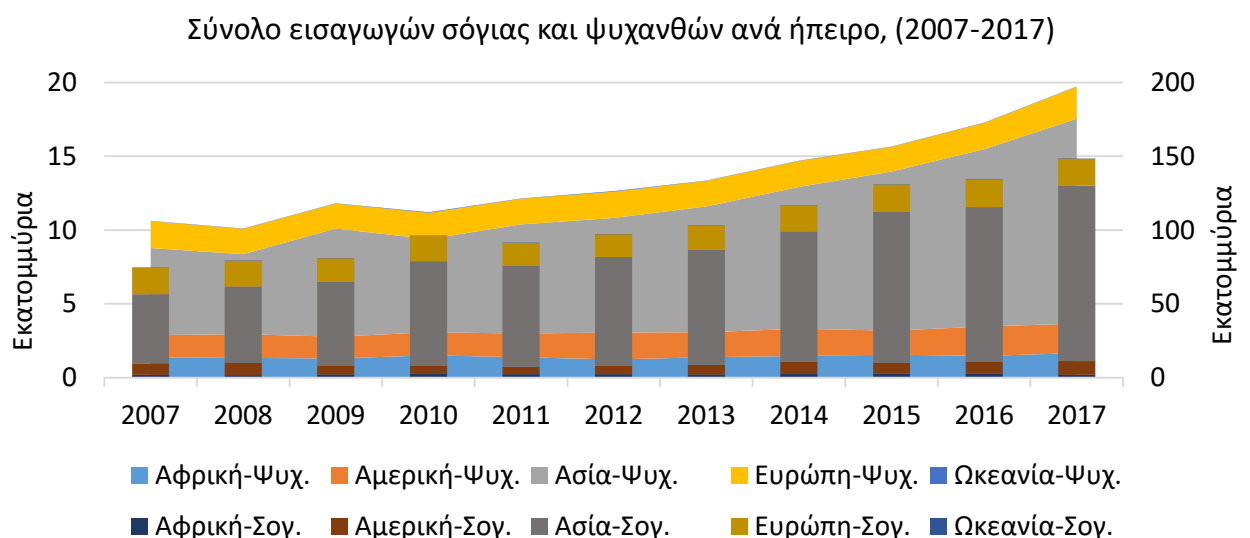


Γράφημα 5: Σύνολο εξαγωγών σόγιας και ψυχανθών ανά ήπειρο για τη χρονική περίοδο 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT

Από την άλλη πλευρά, στον τομέα των εξαγωγών, η Ασία φαίνεται να είναι η ήπειρος με τις μεγαλύτερες ανάγκες για εισαγωγή ψυχανθών και σόγιας

Γράφημα 6. Μάλιστα οι ανάγκες της σε ψυχανθή παρουσιάζουν μια αυξητική τάση από το 2010 έως σήμερα. Οι ποσότητες που εισάγουν η Αμερική και η Αφρική παρουσιάζουν μια σταθερότητα την τελευταία δεκαετία. Αναφορικά με τις ποσότητες σόγιας και πάλι η Ασία φαίνεται να έχει τις μεγαλύτερες ανάγκες για εισαγωγή καθώς οι εισαγόμενες ποσότητες που την αφορούν αγγίζουν το 80% των εισαγωγών για το

έτος 2017. Οι ανάγκες σε εισαγωγές για την Ευρώπη ανέρχονται σε 2,1 εκ. τόννους για τα ψυχανθή (10% επι του συνόλου των εισαγωγών ψυχανθών) και στους 18,3 εκ. τόννους σε ότι αφορά τη σόγια (12% επι του συνόλου των εισαγωγών σόγιας). Η αξία των ποσοτήτων αυτών για την Ευρώπη αγγίζει τα 14,6 δις ευρώ για τις ποσότητες ψυχανθών και 80,5 δις ευρώ για τις εισαγωγές σόγιας. Όπως και στο παραπάνω γράφημα, το ενδιαφέρον επικεντρώνεται και πάλι γύρω από τη σόγια καθώς οι ποσότητες που εισάγονται είναι κατά πολύ μεγαλύτερες συγκριτικά με αυτές των ψυχανθων. Οι ποσότητες σόγιας είναι χωρισμένες ανά ήπειρο στις στήλες (δεξιός άξονας), ενώ οι ποσότητες των ψυχανθών είναι οι σκιασμένες περιοχές (αριστερός άξονας). Συγκριτικά τα δυο γραφήματα που αφορούν τις εισαγωγές και τις εξαγωγές υποδηλώνουν την ισχυρή θέση που κατέχει η Αμερική στον τομέα παραγωγής ψυχανθών και σόγιας, αναδεικνύεται η αναγκαιότητα παροχής ψυχανθών και σόγιας στην Ασία, ενώ η Ευρώπη παρουσιάζει μια ελαφρά ανοδική τάση σε ό,τι αφορά το κομμάτι της παραγωγής ψυχανθών την τελευταία πενταετία.

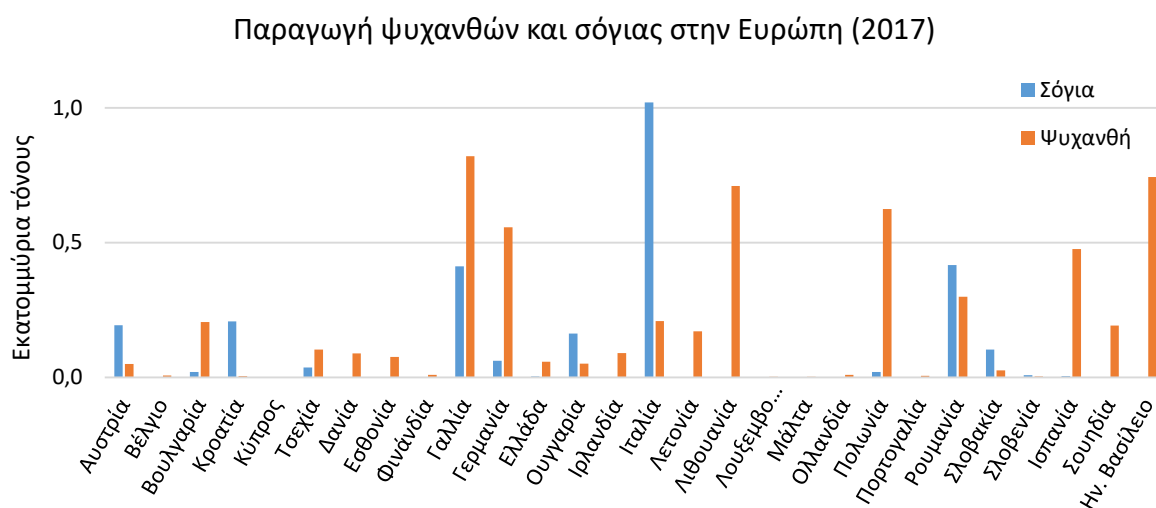


Γράφημα 6: Σύνολο εισαγωγών σόγιας και ψυχανθών ανά ήπειρο για τη χρονική περίοδο 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT

4.2 Παραγωγή ψυχανθών στην Ευρώπη

Μελετώντας τα στοιχεία παραγωγής των ψυχανθών και της σόγια προέκυψε ότι η παραγόμενη ποσότητα προϊόντων παρουσιάζει μεγάλες διαφορές τόσο μεταξύ των χωρών όσο και των προϊόντων (Γράφημα 7). Αναφορικά με τις μεγαλύτερες παραγωγές συγκαταλέγονται με φθίνουσα σειρά η Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Λιθουανία

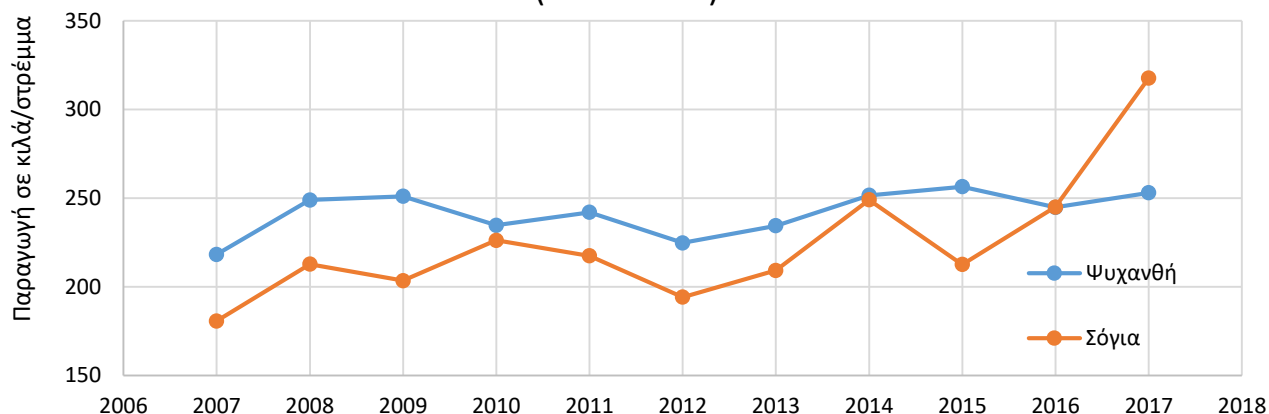
για τα ψυχανθή, ενώ σε ό,τι αφορά την παραγωγή της σόγιας οι χώρες της Ιταλίας της Ρουμανίας και της Γαλλίας παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες παραγωγές. Σαφέστατα η Ιταλία φαίνεται να έχει κερδίσει μια πραγματική πρωτιά σε ό,τι αφορά την παραγωγή σόγιας αλλά από την ανάλυση των στοιχείων προέκυψε κάτι πολύ θετικό για την καλλιέργεια των ψυχανθών. Σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ακόμη και σε πάρα πολύ μικρές ποσότητες καταγραφόταν παραγόμενες ποσότητες ψυχανθών σε αντίθεση με τη σόγια όπου οι αναγραφόμενες ποσότητες για το 2017 αφορούσαν ακριβώς τις μισές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η Ελλάδα παραμένει πολύ χαμηλά στην παραγωγή ψυχανθών και σόγιας καταλαμβάνοντας τη 14^η και 15^η θέση αντίστοιχα θέση.



Γράφημα 7: Παραγωγή σόγιας και ψυχανθών ανά Ευρωπαϊκή χώρα για το έτος 2017, Πηγή: FAOSTAT

Επιπλέον μελετήθηκε η μέση αποδοτικότητα των καλλιεργειών ψυχανθών και σόγιας για την Ευρώπη για τη δεκαετία 2007-2017

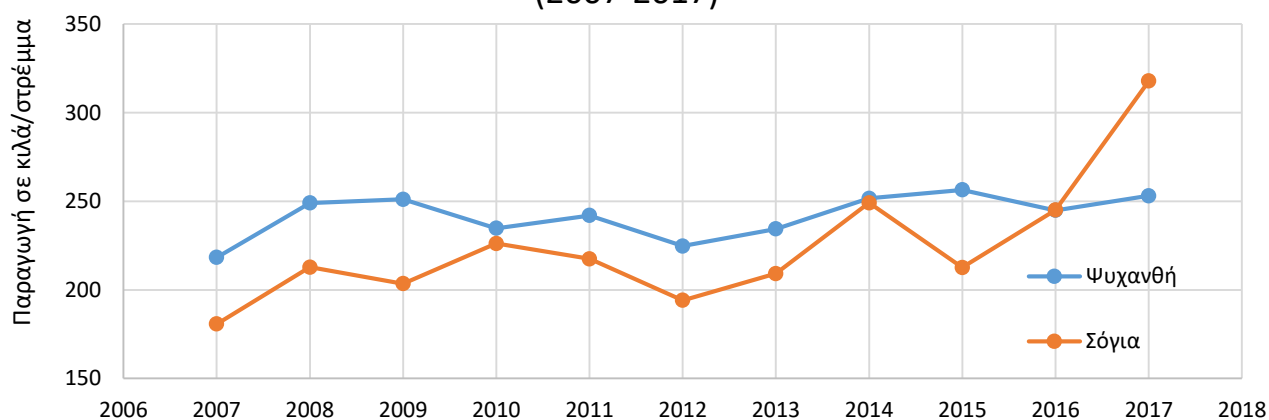
Μ.Ο στρεμματικής απόδοσης σόγιας και ψυχανθών για την Ευρώπη (2007-2017)



Γράφημα 8: Μέσος όρος στρεμματικής απόδοσης σόγιας και ψυχανθών για την Ευρώπη (2007-2017) Πηγή: FAOSTAT

Αυτό που παρατηρείται είναι ότι η μέση παραγωγικότητα για τα ψυχανθή στον ευρωπαϊκό χώρο κυμαίνεται στα 240 κιλά/στρέμμα, αρκετά πιο πάνω από την μέση παγκόσμια παραγωγικότητα που αναλογούσε σε 93 κιλά /στρέμμα. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός της ραγδαίας αύξησης της παραγωγικότητας από το 2015 έως το 2017 αυξάνοντας τις αποδόσεις κατά 100 κιλά/στρέμμα. Εξαιτίας του μικρού διαστήματος αναφοράς είναι επισφαλές να εξαχθούν συμπεράσματα, καθώς αυτή η αύξηση μπορεί να οφείλεται σε κλιματικούς παράγοντες, αλλά παρουσιάζει ενδιαφέρον για μελλοντική διερεύνηση.

Μ.Ο στρεμματικής απόδοσης σόγιας και ψυχανθών για την Ευρώπη (2007-2017)

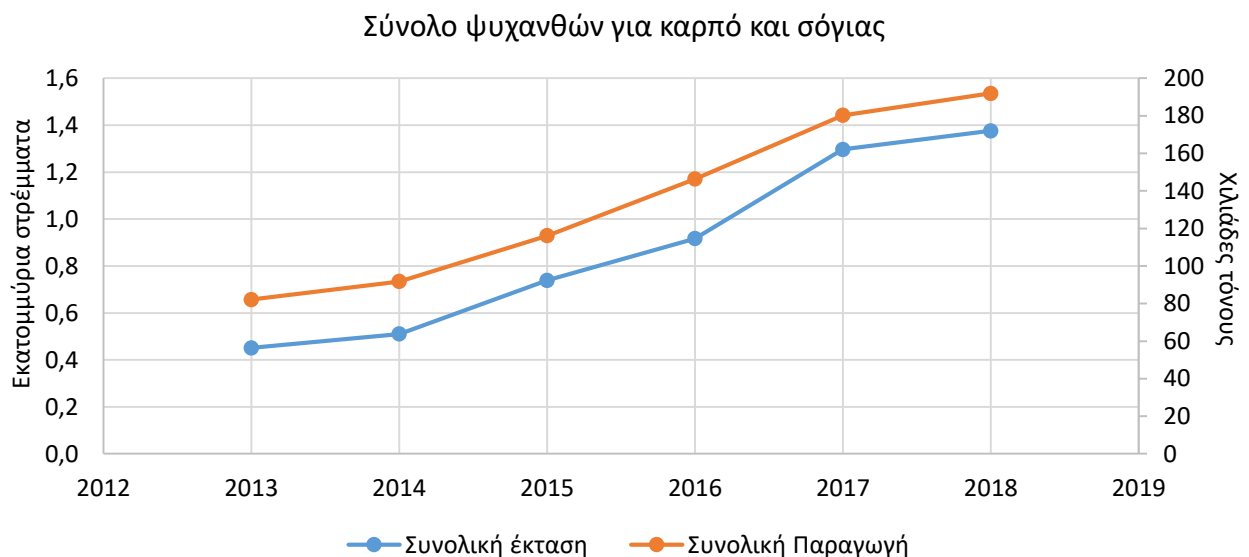


Γράφημα 8: Μέση παραγωγή σόγιας και ψυχανθών στις Ευρωπαϊκές χώρες το χρονικό διάστημα 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT

4.3 Παραγωγή ψυχανθών στην Ελλάδα

Σε ότι αφορά την ελληνική επικράτεια, με βάση τα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας και Αγροτικής Ανάπτυξης υπάρχει μια συνεχής ανάπτυξη στην καλλιέργεια των ψυχανθών αφού από το 2013 έως σήμερα η παραγωγή και τα καλλιεργούμενα στρέμματα έχουν τριπλασιαστεί και τετραπλασιαστεί αντίστοιχα (

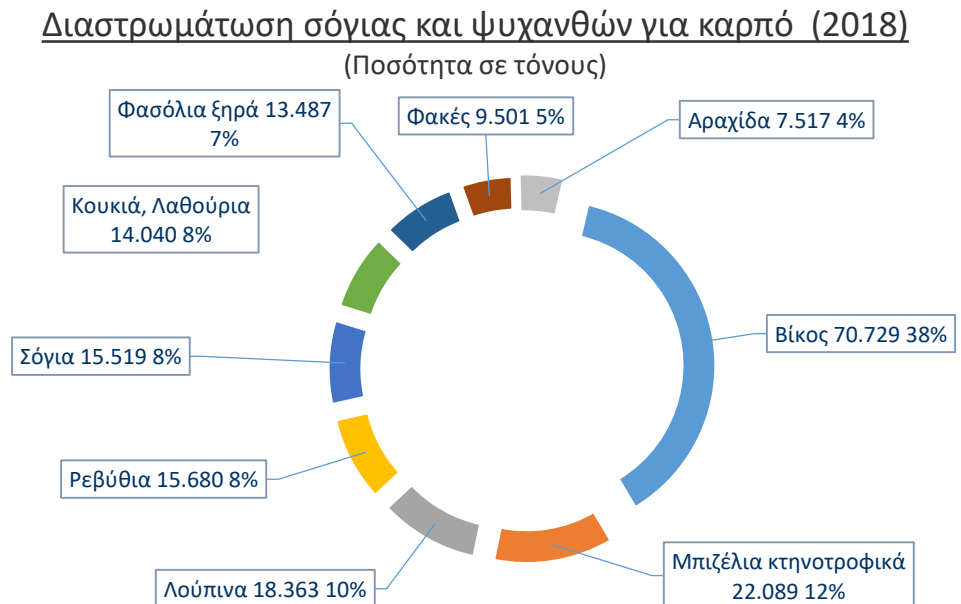
Γράφημα 9). Η συμβολή τους όμως παραμένει ακόμη μικρή στη διαμόρφωση της συνολικής παραγωγής της χώρας. Από τα συνολικά 13,35 εκατομμύρια στρέμματα που καλλιεργήθηκαν για το 2018, μόνο το 10% αφορούσε την παραγωγή σόγιας και ψυχανθών. Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του κεφαλαίου γίνεται διαχωρισμός των ψυχανθών και της σόγιας για την καλύτερη ερμηνεία των δεδομένων.



Γράφημα 9: Συγκεντρωτικό γράφημα καλλιεργούμενης έκτασης και παραγωγής σόγιας και ψυχανθών στην Ελλάδα για την περίοδο 2013-2019. Πηγή: ΥΠΑΑΤ

Η διαστρωμάτωση των παραγόμενων ποσοτήτων ψυχανθών αναδεικνύει την καλλιέργεια του βίκου ως κυρίαρχη με ποσοστό 38% μεταξύ των καλλιεργούμενων ψυχανθών και σόγιας. Ακολουθούν τα κτηνοτροφικά μπιζέλια, τα λούπινα, τα ρεβίθια, και η σόγια αντίστοιχα. Όπως παρατηρείται από το Γράφημα 10 η σόγια στη χώρα μας καταλαμβάνει ένα πολύ μικρό ποσοστό σε ό,τι αφορά τις παραγόμενες ποσότητες και τα κυριότερα κέντρα παραγωγής είναι περιοχές της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης όπως η Δράμα και η Καβάλα. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι οι παραπάνω

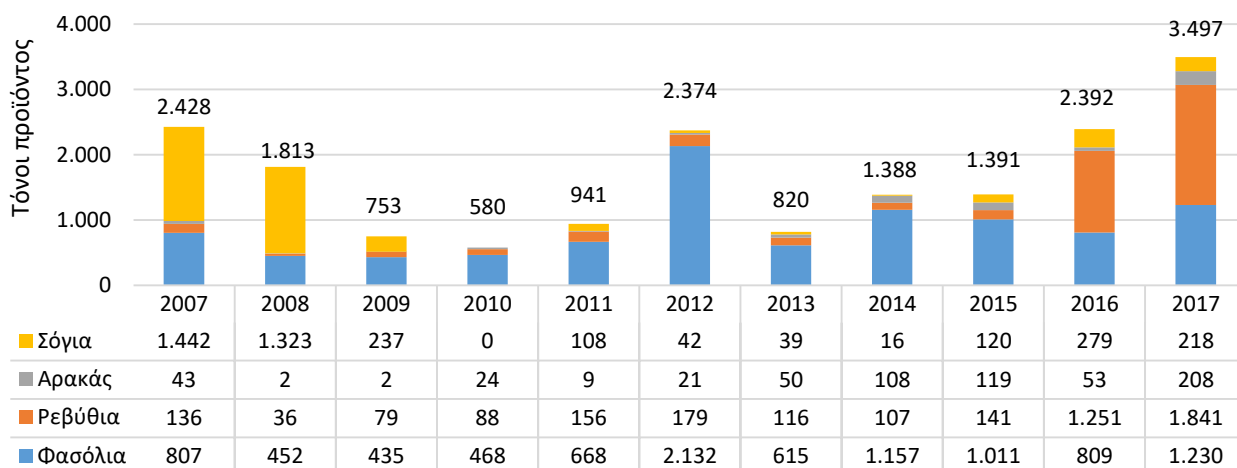
περιοχές είναι ιδανικές για την παραγωγή σόγιας αφού οι μεγαλύτερες ανάγκες σε άρδευση καλύπτονται από τις βροχοπτώσεις. Από την άλλη πλευρά η καλλιέργεια του βίκου έχει επικρατήσει εξαιτίας των πολύ μικρών απαιτήσεων σε λίπανση και τις μηδενικές ανάγκες σε άρδευση.



Γράφημα 10: Διαστρωμάτωση παραγωγής σόγιας και ψυχανθών στην Ελλάδα για το έτος 2018,
Πηγή: ΥΠΑΑΤ

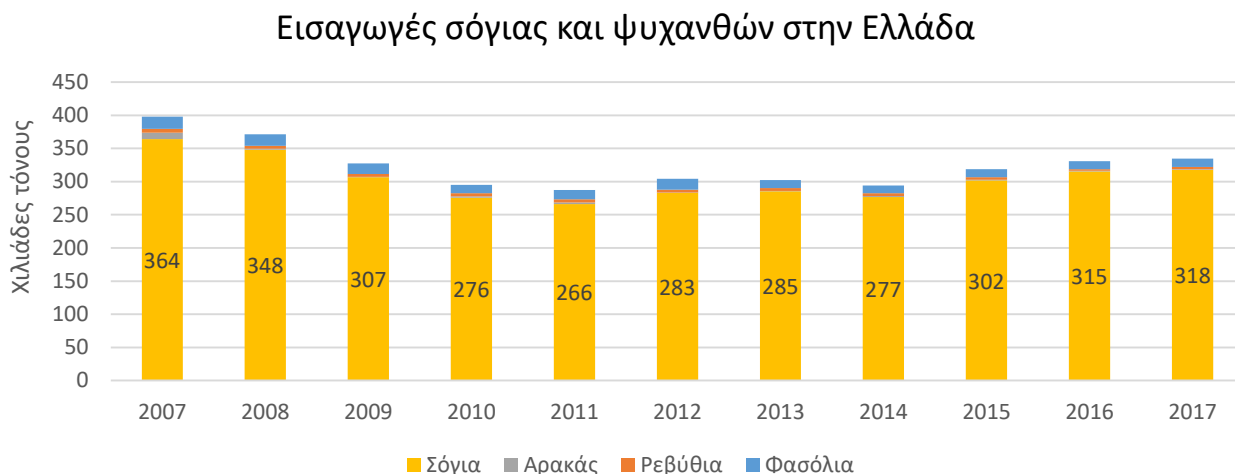
Ελέγχθηκαν επίσης οι εισαγωγές και οι εξαγωγές ψυχανθών και σόγιας για την ελληνική επικράτεια. Όπως παρατηρείται στο Γράφημα 11 υπάρχει μια διακύμανση των κυρίαρχων ποσοτήτων στις διάφορες χρονιές. Φαίνεται πως από το 2007-2010 η Ελλάδα εξήγαγε αρχικά περίπου 1.300 τόνους σόγιας ενώ οι αγορές αυτές χαθήκαν μέχρι το 2010. Παρατηρείται ακόμη πως σημαντική θέση κατέχουν τα φασόλια με μια τεράστια αύξηση στις εξαγωγές το 2012 που άγγιξε του 2.132 τόνους. Αισιόδοξο φαίνεται το μέλλον και για τα ρεβίθια τα οποία σημειώνουν μια ομαλή άνοδο στις εξαγωγές.

Εξαγωγές σόγιας και ψυχανθών στην Ελλάδα



Γράφημα 11: Σύνολο εξαγωγών για ψυχανθή και σόγια, Περίοδος: 2007-2017, Πηγή: FAOSTAT

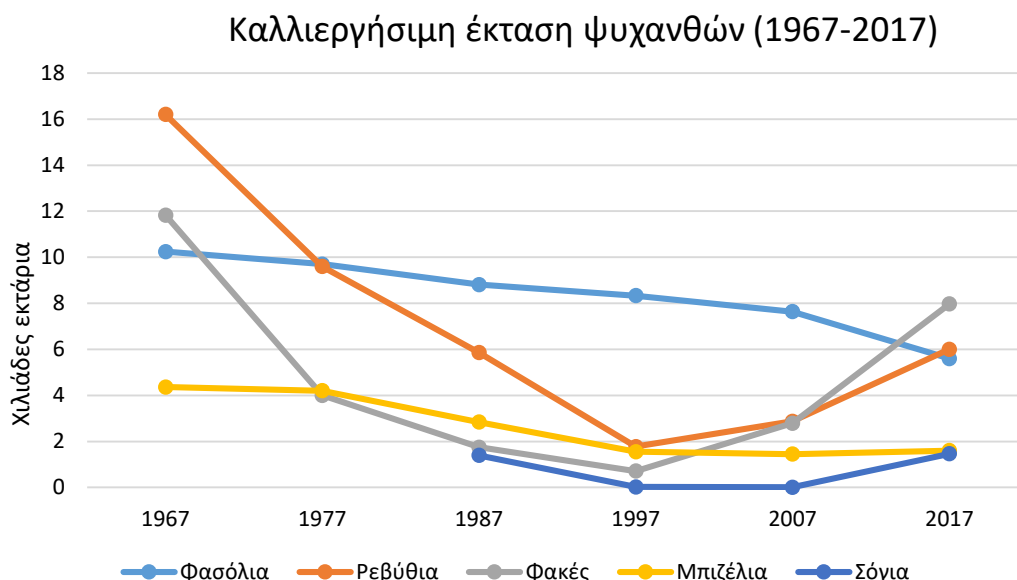
Όσον αφορά στην άλλη πλευρά των εισαγωγών η εικόνα είναι αρκετά πιο ξεκάθαρη από αυτή των εξαγωγών (Γράφημα 12). Οι εισαγόμενες ποσότητες σόγιας αναπαριστούν σχεδόν το σύνολο των εισαγωγών. Για 2017 το μερίδιο των εισαγωγών σόγιας στη μελετώμενη κατηγορία προϊόντων αγγίζει το 94% καθιστώντας τις υπόλοιπες ποσότητες σχεδόν αμελητέες. Αρχικά πρέπει να αναφερθεί ότι οι εξαγόμενες ποσότητες είναι πολύ μικρές μπροστά στις εισαγόμενες. Για παράδειγμα για το 2017, η συνολική αξία εξαγωγών ήταν 5,2 εκατομμύρια ευρώ, ενώ η αξία των εισαγωγών ήταν 140 εκατομμύρια ευρώ. Επομένως, καθίσταται σαφές υπάρχει ένα πολύ μεγάλο αρνητικό ισοζύγιο για την Ελλάδα σε ό,τι αφορά το τομέα των ψυχανθών και της σόγιας.



Γράφημα 12: Σύνολο εισαγωγών για ψυχανθή και σόγια, Περίοδος: 2007-2017,
Πηγή: FAOSTAT

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η διαχρονική εξέλιξη της καλλιέργειας των ψυχανθών. Η βάση δεδομένων του FAOSTAT αποκαλύπτει την εικόνα που επικράτησε στον ελλαδικό χώρο μετά τη λήξη του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου (1945) καθώς και του Εμφυλίου πολέμου (1949) λίγα χρόνια αργότερα έως και σήμερα. Η ιδιαίτερη θρεπτική αξία των ψυχανθών ήταν αναγνωρισμένη καθώς υπάρχει και η γνωστή λαϊκή ρήση πως << τα όσπρια είναι το κρέας του φτωχού>>. Φαίνεται πως η σταδιακή αλλαγή της δίαιτας των ανθρώπων της εποχής σε πιο δυτικά πρότυπα, μείωσε και την εγχώρια παραγωγή. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι η ΚΑΠ 2014-2020 έδωσε ένα επιπλέον ποσοστό της τάξης του 2% για την καλλιέργεια πρωτεϊνούχων φυτών συνδυαστικά με τις συνδεδεμένες ενισχύσεις. Συγκεκριμένα για το 2017 το ύψος της ενίσχυσης ήταν 15,4 €/στρέμμα για τις καλλιέργειες πρωτεϊνούχων κτηνοτροφικών ψυχανθών ενώ για το 2018 16,9 €/στρέμμα. Αξίζει να αναφερθεί ότι τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης πρακτικής φαίνεται πως είχαν θετική επίδραση στην παραγωγή των ψυχανθών όπως αποκαλύπτουν το Γράφημα 13 και το

Γράφημα 9. Αν και η νέα ΚΑΠ 2021-2027 βρίσκεται ακόμη σε διαδικασία διαβούλευσης, δεδομένου των στόχων της ΕΕ για προώθηση της αειφορίας, της προστασίας του περιβάλλοντος και της υπαίθρου, υπάρχουν αυξημένες πιθανότητες να συνεχίσουν να λαμβάνουν οι επιδοτήσεις των ψυχανθών ένα επιπλέον ποσοστό στήριξης.



Γράφημα 13: Καλλιεργήσιμη έκταση ψυχανθών στην Ελλάδα για την περίοδο αναφοράς 1967-2017, Πηγή: FAOSTAT

Συνοψίζοντας το παραπάνω κεφάλαιο φαίνεται πως υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον σχετικά με τα ψυχανθή. Η παραγωγή σόγιας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την Αμερική αφού ουσιαστικά είναι ο κυριότερος παραγωγός παγκοσμίως. Η Ασία παρουσιάζει μια μεγάλη ανάγκη σε ό,τι αφορά τις φυτικές πρωτεΐνες, αφού εμφανίζεται πρώτη σε εισαγωγές και σόγιας και ψυχανθών. Μικρότερη αναγκαιότητα παρουσιάζει και η Ευρώπη, με τη διαφορά όμως ότι παρουσιάζει μια καλύτερη εικόνα αναφορικά με τις εξαγωγές ψυχανθών. Θετικό επίσης κρίνεται το γεγονός, ότι όλα τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης παρουσιάζουν έστω και πολύ μικρή παραγωγή ψυχανθών, ενώ ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ραγδαία αύξηση στη μέση παραγωγικότητα σόγιας ανά στρέμμα. Τέλος, αναφορικά με την Ελλάδα η παραγωγή σόγιας είναι αρκετά μικρή, ενώ οι εισαγόμενες ποσότητες σόγιας είναι αυξημένες. Αισιόδοξο στοιχείο κρίνεται επίσης η αυξητική τάση στις εξαγωγές των ρεβιθιών.

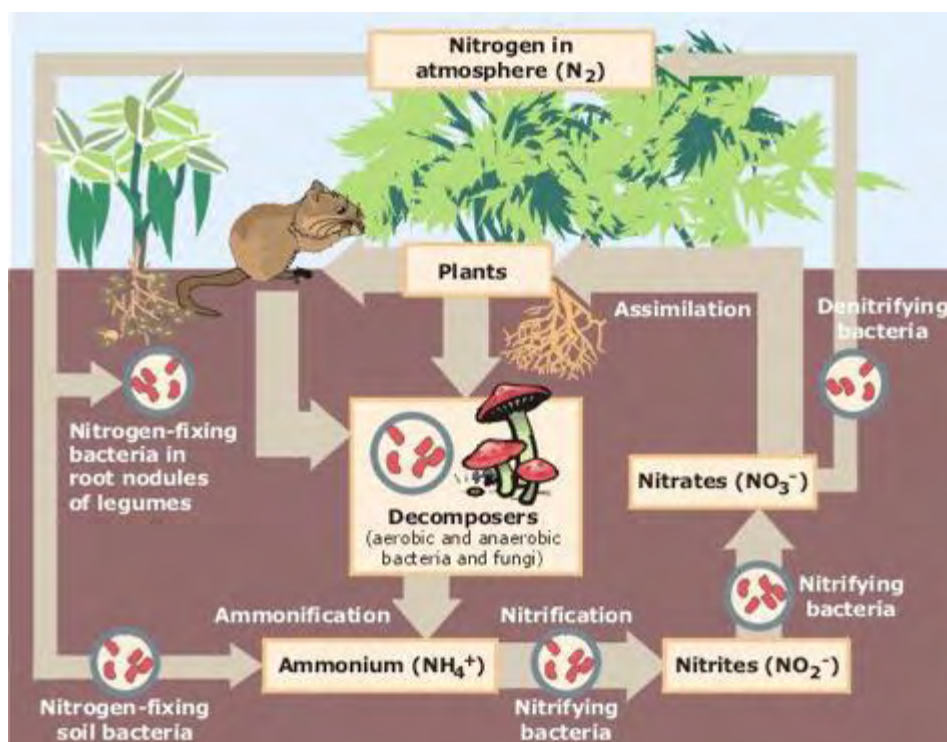
5 Συμβολή –Ρόλος των ψυχανθών

Το παρόν κεφάλαιο έχει ως στόχο να αποδώσει τις θετικές και αρνητικές επιδράσεις που μπορεί να επιφέρει η καλλιέργεια των ψυχανθών. Σκοπός του είναι να διερευνήσει τα δυνατά και τα αδύναμα σημεία που παρουσιάζουν τα ψυχανθή υπό το πρίσμα της μείωσης των απαιτήσεων σε χρήση εισροών (λιπάσματα, καλλιεργητικές φροντίδες, άρδευση) καθώς και την αύξηση της ανθεκτικότητας τους στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής, που επιφέρει μεγάλες αλλαγές στη διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων και στην αλλαγή των μοτίβων εξάπλωσης διαφορών φυτικών και ζωικών εχθρών των καλλιεργειών. Παρουσιάζονται λοιπόν μελέτες που έχουν δημοσιευθεί στον κύριο όγκο τους την τελευταία πενταετία, σε μια προσπάθεια ανάδειξης διαφορετικών τεχνικών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον από τη μείωση χρήσης αγροχημικών, να αυξηθεί το αγροτικό εισόδημα αλλά το κυριότερο να προετοιμαστούν οι τοπικές κοινωνίες και κατ' επέκταση η ανθρωπότητα στο σύνολο της για τις αρνητικές επιδράσεις που επιφέρει η κλιματική αλλαγή.

5.1 Βιολογική αζωτοδέσμευση

Το άζωτο είναι το στοιχείο που βρίσκεται σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα (78%) στον ατμοσφαιρικό αέρα, το χημικό του σύμβολο είναι (N) και αποτελεί θεμέλιο λίθο για τη δημιουργία του DNA και του RNA. Στη φύση συναντάται ελεύθερο ως ένωση (N_2) δύο ατόμων με τριπλό δεσμό. Προκειμένου να καταστεί ικανή η αξιοποίηση του από τους ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς, θα πρέπει να γίνει <<σπάσιμο>> του διπλού δεσμού ώστε το άζωτο να δημιουργήσει νέες ενώσεις όπως: το αμμώνιο (NH_4^+), τα νιτρικά (NO_3^-) ή το οργανικό άζωτο (π.χ. ουρία) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους έμβιους μικροοργανισμούς (Stein & Klotz, 2016). Η διαδικασία αυτή απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας και μπορεί να συμβεί είτε φυσικά σε ένα πολύ μικρό βαθμό (μέσω των κεραυνών – φυσική αζωτοδέσμευση) είτε μέσω συγκεκριμένων βακτηρίων που διαβιούν στις ρίζες των ψυχανθών και ανήκουν στις παρακάτω οικογένειες: *Azotobacter*, *Clostridium*, *Rhizodium*, *Nostoxm*, *Ababaena* με κυριότερα βακτήρια αυτά του γένους *Rhizodium*. Τα συγκεκριμένα βακτήρια σχηματίζουν χαρακτηριστικούς θύλακες στις ρίζες των ψυχανθών τα οποία ονομάζονται φυμάτια μέσα στα οποία

διαβιούν οι συγκεκριμένοι μικροοργανισμοί.. Η παραπάνω διαδικασία περιγράφει ένα πρώτο στάδιο μια κυκλικής ροής γεγονότων, κατά το οποίο το ατμοσφαιρικό άζωτο δεσμεύεται στις ρίζες των ψυχανθών (βιολογική αζωτοδέσμευση). Στη συνέχεια προκύπτει η αμμωνιοποίηση/ανοργανοποίηση του αζώτου (2^ο στάδιο) και η νιτροποίηση (3^ο στάδιο) που πραγματοποιείται από βακτήρια του εδάφους όπως περιεγράφηκαν προηγουμένως. Μέσω της κατανάλωσης φυτικών μικροοργανισμών το άζωτο περνάει στους ζωικούς οργανισμούς, και όταν οι φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί βρεθούν σε διαδικασία αποσύνθεσης, τότε άλλα είδη βακτηρίων αναλαμβάνουν την μετατροπή του του αζώτου που βρίσκεται σε διάφορες χημικές ενώσεις σε ατμοσφαιρικό άζωτο, τη συνένωση δηλαδή δυο ατόμων αζώτου ώστε να παραχθεί και πάλι το ατμοσφαιρικό άζωτο (απονιτροποίηση- 4^ο στάδιο). Το σύνολο των παραπάνω σταδίων περιγράφουν την κυκλική πορεία του αζώτου από την ατμόσφαιρα στους έμβιους οργανισμούς και επιστροφή στην αρχή όπως αυτό απεικονίζεται διαγραμματικά στην Εικόνα 3



Εικόνα 3: Διαγραμματική απεικόνιση του κύκλου του αζώτου, Πηγή: U.S. Environmental Protection Agency, 2019

Η καλλιέργεια των ψυχανθών είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη διαδικασία της βιολογικής αζωτοδέσμευσης. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, συμβιωτικοί μύκητες που είναι εγκατεστημένοι στις ρίζες των ψυχανθών, έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο, αποδίδοντας το στο έδαφος και καθιστώντας το άμεσα διαθέσιμο για τα φυτά της επόμενης καλλιέργειας. Σημαντική φαίνεται να είναι η συνεισφορά των ψυχανθών σε συστήματα αμειψισποράς προς την παραγωγή προϊόντων από αροτραίες καλλιέργειες με στόχο τη μείωση των εισροών λιπασμάτων αζώτου, ελαχιστοποιώντας τα κόστη λίπανσης.

Πιο συγκεκριμένα, σε μελέτη για την επίδραση των ψυχανθών (μπιζέλι και λούπινο) στην επόμενη καλλιέργεια σιτηρών, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μείωση των αζωτούχων λιπασμάτων ήταν της τάξης του 60%-86%, αφού η καλλιέργεια των ψυχανθών προσέφερε 6-11kg αζώτου/στρέμμα (Xing et al., 2017). Η συγκεκριμένη εργασία τονίζει ιδιαίτερα τη σημαντικότητα των ψυχανθών τόσο για τα οικονομικά οφέλη που προσφέρει στον παραγωγό όσο και για τη μείωση των επιβλαβών επιπτώσεων που προκύπτουν από την παραγωγή αζωτούχων λιπασμάτων όσο και από τη χρήση αυτών. Τα ευρήματα της παραπάνω έρευνας για τα επίπεδα μείωσης των αναγκών σε άζωτο, επιβεβαιώνονται από τα αποτελέσματα της ερευνητικής ομάδας Plaza-Bonilla et al. (2017), στην οποία η καλλιέργεια ψυχανθών (σόργου και σόγιας) σε πειραματικά αγροτεμάχια στο Auzeville της Γαλλίας μείωσε τις ανάγκες για αζωτούχο λίπανση κατά 61% σε σχέση με τον μάρτυρα για την επόμενη καλλιέργεια. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μια μικρή αύξηση του ποσοστού των πρωτεϊνών (1%-2%) στην επόμενη καλλιέργεια των σιτηρών και οι ερευνητές αποδίδουν το συγκεκριμένο εύρημα στη μεγαλύτερα βιοδιαθεσιμότητα των αμινοξέων λόγω της αζωτοδέσμευσης. Αξίζει να αναφερθεί ότι το χρονικό διάστημα της έρευνας ήταν μεταξύ των ετών 2005-2010, γεγονός που αποδεικνύει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Ακόμη μια έρευνα η οποία είχε ως στόχο τη διερεύνηση διαφορετικών συστημάτων αμειψισποράς μεταξύ διαφορετικών περιοχών της Γερμανίας και της Σουηδίας, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η καλλιέργεια των ψυχανθών είχε πάντοτε θετική επίδραση στη μείωση των αναγκών σε αζωτούχο λίπανση, σε οποιοδήποτε σύστημα και αν εντάχθηκε, ανεξαρτήτως των κλιματικών παραγόντων που επικρατούσαν (Reckling et al., 2016). Το παραπάνω εύρημα παρουσιάζει ιδιαίτερη αξία

για την επιλογή της καλλιέργειας των ψυχανθών σε διαφορετικές περιοχές της Ευρώπης, με στόχο την ενίσχυση των θετικών επιδράσεων τους στο τομέα της γεωργίας. Αποτελέσματα πειραματικών ερευνών από την ευρύτερη περιοχή του Παρισιού τα οποία συγκαταλέγονταν για 9 συναπτά έτη, έδειξαν ότι η συνεισφορά ψυχανθών σε συστήματα αμειψισποράς σιτηρών μπορεί να αγγίξουν έως και το 86% επί των συνολικών αναγκών σε άζωτο, ενισχύοντας μακροπρόθεσμα την παραγωγικότητα των αγρών και την αειφορία του γεωργικού κλάδου (Anglade, Billen, & Garnier, 2015)

Σε μια εκτεταμένη ανάλυση σχετικά με την χρησιμότητα των ψυχανθών σε συστήματα αμειψισποράς για την παραγωγή σιτηρών συγκριτικά με συμβατικές καλλιέργειες, όπου οι ανάγκες αζώτου καλύπτονταν μέσω λίπανσης με χημικό τρόπο, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χημική λίπανση προσέφερε 30% επιπλέον παραγωγή για τον παραγωγό (Iannetta et al., 2016). Αξιολογώντας όμως το σύστημα στο σύνολο του δηλαδή με βάση τις εισροές (σπόρους, λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά σκευάσματα, ώρες εργασίας) και τις εκροές (σύνολο παραγωγής) που προέκυψαν η έρευνα κατέληξε στο γεγονός ότι η καλλιέργεια των ψυχανθών ήταν πιο αποδοτική σε όρους οικονομικότητας συγκριτικά με τις μονό-καλλιέργειες σιτηρών. Οι ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι μεγαλύτερο πλεονέκτημα της συγκεκριμένης κατηγορίας καλλιεργειών έγκειται στη μη χρήση αγροχημικών για την κάλυψη των αναγκών της καλλιέργειας σιτηρών, μειώνοντας έτσι τις αρνητικές επιδράσεις για το περιβάλλον. Τα παραπάνω ευρήματα αποδεικνύουν την αναγκαιότητα ενός καθολικού σχεδιασμού σε επίπεδο ΕΕ για τον αγροτικό τομέα του μέλλοντος, όπου θα πρέπει να είναι ανταγωνιστικός σε παγκόσμια κλίμακα ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να έχει ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ερευνητές από τη Νότιο Ιταλία δοκίμασαν τη συγκαλλιέργεια σιταριού και αρακά με στόχο την περαιτέρω διερεύνηση σε ανάγκες αζώτου για το συνολικό σύστημα καθώς και την αλληλεπίδραση μεταξύ των 2 καλλιεργειών. Τα αποτελέσματα έδειξαν μια ξεκάθαρη μείωση των αναγκών σε N-λίπανση της τάξης του 35% ενώ οι ερευνητές εφιστούν την προσοχή για την εφαρμογή της συγκαλλιέργειας σε περιοχές με υψηλή ξηρασία (Monti, Pellicanò, Santonoceto, Preiti, & Pristeri, 2016).

Πειραματικά αποτελέσματα από τον Δυτικό Καναδά όπου εξετάστηκε η οικονομικότητα της χρήσης των παρακάτω ψυχανθών: αρακάς (*Pisum sativum*), φακή (*Lens culinaris*), κουκί (*Vicia faba*), σε συστήματα αμειψισποράς μαλακού σιταριού ή ελαιοκράμβης για τη χρήση τους ως χλωρά λίπανση (καλλιέργεια ψυχανθών-κοπή-ενσωμάτωση στο έδαφος), έδειξαν θετικά αποτελέσματα τόσο από άποψη οικονομικότητας όσο και συμβολής στην αειφορία του αγροτικού τομέα (St. Luce et al., 2015). Μεγαλύτερη φάνηκε να είναι η συνεισφορά των ψυχανθών στις περιπτώσεις όπου η επόμενη καλλιέργεια ήταν το μαλακό σιτάρι, ενώ την μεγαλύτερη αποδοτικότητα σε ό,τι αφορά τη δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου την έδειξε η φακή και ο αρακάς. Η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η καλλιέργεια των ψυχανθών για τη χρήση τους ως χλωρά λίπανση, εκτός από οικονομικά συμφέρουσα προσδίδει και σταθερότητα στις αποδόσεις των καλλιεργειών που ακολουθούν, μειώνοντας δραματικά τη χρήση χημικών σκευασμάτων. Στην έρευνα των Angus et al., (2015) αναφέρεται ότι η συνεισφορά των ψυχανθών λούπινου και φακής είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής μαλακού σιταριού έως και 60%.

Διαφορές επίσης παρατηρούνται ανάλογα και με το φυτικό είδος από την οικογένεια των ψυχανθών που καλλιεργείται κάθε φορά. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται η συνεισφορά διαφορετικών ψυχανθών (Πίνακας 4). Βέβαια τα παρακάτω αποτελέσματα μπορεί να εμφανίσουν μεγάλη παραλλακτικότητα ήτα ανάλογα με τις επικρατούσες εδαφοκλιματικές συνθήκες, τις ενέργειες του παραγωγού, την πυκνότητα σποράς αλλά ακόμη και τις καλλιεργούμενες ποικιλίες των συγκεκριμένων ειδών. Παρουσιάζεται λοιπόν η αναγκαιότητα συνεχούς πειραματισμού σε συνθήκες αγρού, αποσκοπώντας στη δημιουργία ποικιλιών που θα συνεισφέρουν όσο το δυνατόν περισσότερο σε άζωτο για τις επόμενες καλλιέργειες. Η επιλογή των ποικιλιών θα ήταν καλό να εφαρμοστεί υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής, δηλαδή ελάχιστες εισροές, και αντοχή σε ξηρασία και υψηλές θερμοκρασίες.

Κοινή ονομασία	Επιστημονική ονομασία	Συνεισφορά N (kg/στρέμμα)
Ρεβύθι	<i>Cicer arietinum</i>	2,7
Λούπινο	<i>Lupinus albus</i>	12,6
Φακή	<i>Lens culinaris</i>	13,7
Μηδική	<i>Medicago sativa</i>	14,3
Βίκος	<i>Vicia sativa</i>	23,5
Κουκί	<i>Vicia faba</i>	31,0

Πίνακας 4: Συνεισφορά αζώτου σε Kg/στρέμμα διαφορετικών ψυχανθών. Πηγή: (Büchi et al., 2015)

5.2 Ανθεκτικότητα σε αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες

5.2.1 Ανθεκτικότητα σε αβιοτικούς παράγοντες

Εκτός από την ευρύτατα αποδεδειγμένη ενίσχυση του εδάφους με άζωτο μέσω της διαδικασίας της αζωτοδέσμευσης, νεότερες έρευνες αποκαλύπτουν τις θετικές επιδράσεις των ψυχανθών και σε άλλα στοιχεία του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα, σε αναλύσεις εδάφους από την ριζόσφαιρα ρεβιθιών σε συγκαλλιέργεια με σιτηρά βρέθηκαν αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφόρου (P). Το πιο εντυπωσιακό όμως ήταν ότι οι ίδιοι οι μικροοργανισμοί που ζουν φυσιολογικά στις ρίζες των ψυχανθών έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν κάποιες μικρές ποσότητες P και να τις αποδεσμεύουν πίσω στο έδαφος όταν υπάρχει έλλειψη του συγκεκριμένου στοιχείου, λειτουργώντας ουσιαστικά σαν αποθήκες φωσφόρου (Tang et al., 2014). Επιπλέον, η έλλειψη φωσφόρου, καλίου και θείου στις περιοχές όπου καλλιεργούνται τα ψυχανθή δημιουργούν προβλήματα όχι μόνο στην ανάπτυξη των φυτών αλλά και στην ανάπτυξη των νιτρο-βακτηρίων που διαβιούν συμβιωτικά στις ρίζες τους. Αν οι βακτηριακοί πληθυσμοί δεν αναπτυχθούν επαρκώς τότε η διαδικασία της βιολογικής αζωτοδέσμευσης δεν αποδίδει τα μέγιστα, προκαλώντας μείωση της συνολικής αποδοτικότητας της συγκεκριμένης διαδικασίας (Divito & Sadras, 2014). Παράλληλα αναπτύσσονται έρευνες οι οποίες έχουν ως στόχο την ανάπτυξη ανθεκτικών βακτηρίων απέναντι στην ξηρασία. Έχει βρεθεί ακόμη ότι η χρήση ανθεκτικών στελεχών του

γένους *Rhizodium* στις ρίζες των ψυχανθών βοηθάει στη διαμόρφωση πιο ενεργού ριζοστρώματος που επιτρέπει την απορρόφηση μεγαλύτερων ποσοτήτων θρεπτικών συστατικών (Sofi, Baba, & Hamid, 2018).

Σημαντικά ευρήματα προκύπτουν επίσης από την καλλιέργεια ψυχανθών ως βελτιωτικά εδάφους μέσω της χρήσης τους ως χλωρά λίπανση σε εδάφη με σημαντικά προβλήματα αλατότητας. Πιο συγκεκριμένα, σε πειράματα που διεξήχθησαν σε πειραματικά δοχεία με αυξανόμενη ηλεκτρική αγωγιμότητα ($1,7-20 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) όπου καλλιεργήθηκε το ψυχανθές *Melilotus officinalis* (κοινή ονομασία: νυχάκι), βρέθηκε ότι παρουσιάζει υψηλή αντοχή στην αλατότητα. Η ανάπτυξη του ήταν ικανοποιητική σχεδόν σε όλο το εύρος των πειραματικών μετρήσεων (έως τα $16 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) με παράλληλη ενίσχυση του εδάφους με άζωτο (Bruning et al., 2015). Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα δίνουν μια νέα προοπτική για τη χρήση των ψυχανθών που μπορούν να καλλιεργηθούν σε προβληματικά εδάφη είτε για την συγκομιδή του καρπού τους είτε για τη χρήση του ως χλωρά λίπανση. Η ερευνητική κοινότητα προσανατολίζεται στη δημιουργία νέων ποικιλιών μέσω της γενετικής βελτίωσης, ώστε να αναπτυχθούν ανθεκτικά στελέχη για τη βελτίωση προβληματικών εδαφών με πολύ χαμηλό κόστος (Jha, Bohra, Jha, & Parida, 2019). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αναζήτηση άγριων τύπων, ώστε να μην χαθεί η γονιδιακή τράπεζα που υπάρχει στη φύση εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής.

Ως συνέχεια της παραπάνω συλλογιστικής πορείας, πραγματοποιούνται συνδυασμένες προσπάθειες από τον κλάδο της γενετικής και της γεωπονίας με στόχο την εισαγωγή νέων γονιδίων που θα καταστήσουν τα ψυχανθή ανθεκτικότερα σε πιο ακραίες καταστάσεις όπως: ακραίες θερμοκρασίες (θερμές και ψυχρές), αντοχή στην ξηρασία και την αλατότητα (Araújo et al., 2015) ακόμη και στην αντοχή τους απέναντι σε ζωικούς εχθρούς όπως μύκητες, βακτήρια και έντομα. Εστιάζοντας ακόμη περισσότερο στις ανάγκες της αγρο-διατροφικής αλυσίδας, έχοντας πάντοτε ως γνώμονα τον καταναλωτή, υπάρχουν συντονισμένες προσπάθειες για τη δημιουργία ποικιλιών με επιθυμητά χαρακτηριστικά όπως: αυξημένα επίπεδα βιταμινών B7 και B9 με στόχο τη μείωση μυοσκελετικών προβλημάτων για την τρίτη ηλικία. Στόχος των παραπάνω ενεργειών είναι να προετοιμαστεί η ανθρωπότητα όσο γίνεται περισσότερο

για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, που έχει αρχίσει ήδη να επιφέρει μεγάλες αλλαγές στον αγροδιατροφικό τομέα (Duc *et al.*, 2015).

5.2.1.1.1 Υψηλές θερμοκρασίες

Σε ό,τι αφορά την καταπόνηση των ψυχανθών από τις υψηλές θερμοκρασίες, αυτή μπορεί να διαχωριστεί ανάλογα με την κατηγορία που ανήκει το κάθε είδος (χειμερινό, εαρινό). Για τα περισσότερα εαρινά ψυχανθή, η ισχυρή θερμική καταπόνηση ξεκινάει από τους 32-35°C ενώ για τα χειμερινά ψυχανθή η καταπόνηση ξεκινάει από τους 25°C, καθώς η ανάπτυξη τους είναι προσαρμοσμένη σε μικρότερες θερμοκρασίες (Sita *et al.*, 2017). Σύμφωνα με τα ευρήματα της βιβλιογραφίας, μεγαλύτερη αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες φαίνεται να παρουσιάζουν τα ρεβίθια, η φακή, και ο αρακάς (Devasirvatham *et al.*, 2013). Το στάδιο κατά το οποίο φαίνεται να είναι μεγαλύτερη η επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών είναι αυτό της αναπαραγωγής, διότι η υγρασία που υπάρχει στον ύπερο εξατμίζεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς, αποτρέποντας τους γυρεόκοκκους να επικαθίσουν στην επιφάνεια του και να πραγματοποιηθεί η γονιμοποίηση. Επιπλέον, προβλήματα για τη φυσιολογία των φυτών προκύπτουν και από τις μεγάλες διαφορές μεταξύ των πρωινών και βραδινών θερμοκρασιών

Συντονισμένες προσπάθειες γίνονται και για την εύρεση ενός κρίσιμου σημείου πάνω από το οποίο η θερμοκρασία έχει επιδράσεις έχει σοβαρές στη διαδικασία της αζωτοδέσμευσης, κυρίως σε ό,τι αφορά την αποτελεσματικότητα για την μετατροπή του ατμοσφαιρικού αζώτου σε βιοδιαθέσιμη μορφή για τους φυτικούς οργανισμούς. Για τον παραπάνω λόγο, ερευνητές μελέτησαν την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών (28, 34 και 39 °C) με στόχο να μελετήσουν την επίδραση τους στο κοινό φασόλι (*Phaseolus vulgaris*). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διαδικασία της αζωτοδέσμευσης μειώνεται κατά 52% για τους 34°C και κατά 76% για τους 39°C βαθμούς συγκριτικά με τα επίπεδα αζωτοδέσμευσης στους 28 °C (Hungria & Kaschuk, 2014). Καθίσταται λοιπόν σαφές ότι η θερμοκρασία έχει άμεση συσχέτιση με τη διαδικασία της αζωτοδέσμευσης και κατ' επέκταση τη λίπανση του αγρού.

5.2.1.1.2 Χαμηλές θερμοκρασίες

Τα ευρήματα που ανέκυψαν από τη βιβλιογραφική έρευνα σε πρόσφατα δημοσιεύματα γύρω από την ανθεκτικότητα των ψυχανθών στις χαμηλές θερμοκρασίες ήταν ελάχιστα. Η έρευνα των Koni, Ergon και Rognli (2016) εξετάζει τον διαφορετικό τρόπο αντιμετώπισης των χαμηλών θερμοκρασιών σε μοριακό επίπεδο συγκριτικά με τον οργανισμό πρότυπο για το φυτικό βασίλειο *Arabidopsis thaliana*. Αν και οι μηχανισμοί δράσης για την αντιμετώπιση των χαμηλών θερμοκρασιών παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες, παραμένουν ακόμη ορισμένα σημεία σε ό,τι αφορά την έκφραση γονιδίων στα ψυχανθή σε περιόδους χαμηλών θερμοκρασιών. Η έρευνα αναφέρει ότι υπάρχει διαφορετική στρατηγική αντιμετώπισης του παγετού από τα φυτά όταν είναι διαθέσιμη η ηλικιακή ακτινοβολία συγκριτικά με τις περιπτώσεις που το φως του ήλιου δεν είναι διαθέσιμο. Εξετάζοντας την ανθεκτικότητα των ψυχανθών στο κρύο, η μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες έχει βρεθεί σε τετραπλοειδή φυτά μηδικής (*Medicago sativa* L.) (Castonguay et al., 2012). Σε γενικές γραμμές όμως τα ψυχανθή παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευαισθησία σε σύγκριση με τα αγρωστώδη. Ακόμη και στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου όπου οι θερμοκρασίες είναι σχετικά υψηλές όλο το χρόνο, ένας απότομος παγετός μπορεί να εκμηδενίσει την παραγωγή των χειμερινών ψυχανθών.

5.2.2 Ανθεκτικότητα σε βιοτικούς παράγοντες

5.2.2.1 Ζωικοί εχθροί καλλιέργειας

Το γεγονός ότι η καλλιεργούμενη έκταση των ψυχανθών είναι αρκετά διεσπαρμένη χωρικά και δεν αφορά ένα συγκεκριμένο είδος φυτού αλλά μια ομάδα διαφορετικών πληθυσμών, συνέβαλε στη διατήρηση των φυσιολογικών επιπέδων ανθεκτικότητας των πληθυσμών απέναντι στους ζωικούς και φυτικούς που μπορούν να προσβάλλουν την καλλιέργεια. Για παράδειγμα ένας από τους κυριότερους εχθρούς των ψυχανθών θεωρείται η αφίδα *Myzus persicae* και μάλιστα θεωρείται ότι τα επόμενα χρόνια θα δημιουργήσει σοβαρότερα προβλήματα στις συγκεκριμένες καλλιέργειες εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας που θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής για τους πληθυσμούς του είδους (Koni et al., 2016). Ως μια πιο οικολογική λύση απέναντι στη χρήση χημικών για την καταπολέμηση των

συγκεκριμένων εχθρών, μελετάται η εισαγωγή γονιδίων ανθεκτικότητας όπως αυτά βρέθηκαν στο γονιδίωμα του ασκομήκυτα *Botrytis cinerea* προκειμένου να αυξηθεί η αντοχή των ψυχανθών και πιο συγκεκριμένα του κοινού φασολιού (*Phaseolus vulgaris*) απέναντι στις αφίδες (Basit, Hanan, Nazir, Majeed, & Qiu, 2019). Μετά από πειραματικές μελέτες σε διαφορετικές θερμοκρασίες (18, 21, και 25°C), προέκυψε ότι οι υψηλότερες θερμοκρασίες δεν ευνοούν την έκφραση του PeBC1, που σχετίζεται με την ανθεκτικότητα στις αφίδες, και επομένως η καλλιέργεια των συγκεκριμένων ποικιλιών φασολιού προτείνεται σε περιοχές με πιο ψυχρό κλίμα.

Αρκετά ευαίσθητες επίσης στις προσβολές από αφίδες θεωρούνται ποικιλίες από λούπινο (*Lupinus angustifolius* L.) με στενό έλασμα που παρουσιάζουν χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκαλοειδή και επομένως οι χυμοί του φυτού είναι πιο γευστικοί για τις αφίδες. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε για την ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε 46 ποικιλίες λούπινου απέναντι σε αφίδες βρέθηκε ότι 3 από αυτές παρουσιάζουν ανθεκτικότητα εξαιτίας της παραγωγής 13-υδροξυλουπανίνης και 13-τιγλοϋλοξυλουπανίνης, που δεν προτιμάται από τις αφίδες καθώς η κατανάλωση τους μειώνει σημαντικά τους αναπαραγωγικούς ρυθμούς των πληθυσμών της (Philippi, Schliephake, Jürgens, Jansen, & Ordon, 2016).

Αναφορικά με τις εντομολογικές προσβολές της συγκεκριμένης καλλιέργειας, ένας από τους κυριότερους εχθρούς των ψυχανθών είναι τα είδη του γένους *Sitona* και ειδικότερα το είδος *Sitona crinitus*. Για το λόγο αυτό ερευνητές δοκίμασαν διαφορετικά ψυχανθή ώστε να διαπιστώσουν τα είδη τα οποία ήταν περισσότερο προτιμητέα από το συγκεκριμένο έντομο. Ξεκινώντας από το είδος που ήταν περισσότερο επιλέξιμο από το είδος *Sitona crinitus* κατέληξαν στην εξής σειρά: *Lathyrus ochrus* (παπούλες), *Lathyrus sativus* (λαθούρι), *Lathyrus cicero* (Αγριολαθούρι), *Medicago sativa* (μηδική), *Lens culinaris* (φακή), *Vicia sativa* (βίκος) (Amir et al., 2016). Αν και το συγκεκριμένο ψυχανθές βρίσκεται στην ελληνική επικράτεια δεν εμφανίζει κάποια οικονομική σημασία, όμως στη συγκεκριμένη έρευνα οι ερευνητές έχουν ισχυρές ενδείξεις ότι το *Lathyrus ochrus* δεν είναι προτιμητέο επειδή μια ένωση που παράγει (β-ODAP) δρα ως νευροτοξικό στα έντομα που το προσβάλλουν. Μπορεί η παραπάνω έρευνα να μην εμπίπτει άμεσα στην ανθεκτικότητα της καλλιέργειας, αλλά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν φυτά στόχοι που θα βρίσκονται περιμετρικά της καλλιέργειας,

προσελκύοντας έντομα, περιορίζοντας έτσι τη χρήση των χημικών. Για ακόμη μια φορά τονίζεται η αναγκαιότητα διατήρησης των άγριων τύπων προκειμένου τα γονίδια τους να λειτουργούν ως μια αποθήκη γονιδίων στα χέρια των γενετιστών.

Επιπλέον εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας τους σε πρωτεΐνη, οι αποθηκευμένοι σπόροι είναι εκτεθειμένοι σε έντομα αποθηκών τα οποία μπορούν να προκαλέσουν τεράστιες απώλειες. Οι Keneni *et al.* (2011) έπειτα από μια εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση παρουσίασαν ένα διάγραμμα κυκλικών ροών που περιλαμβάνει τα αρχικά στάδια της γενετικής βελτίωσης για ψυχανθή, τον έλεγχο της ανθεκτικότητας τους ως προς τα διάφορα έντομα αποθηκών που μπορούν να τους προσβάλλουν, τον τρόπο αξιολόγηση τους εντός της αποθήκης καθώς και το διαμοιρασμό των συγκεκριμένων πληροφοριών μεταξύ αυτής της μεγάλης αλυσίδας προκειμένου να αναπτυχθούν ποικιλίες ψυχανθών που εμφανίζουν ανθεκτικότητα στα έντομα αποθηκών και δεν απαιτείται η χρήση χημικών μεθόδων καταπολέμησης. Από την παραπάνω μελέτη προκύπτει ουσιαστικά ένα πρωτόκολλο παραγωγής ανθεκτικών ποικιλιών ψυχανθών απέναντι σε έντομα αποθηκών, που χρήζει έμπρακτης εφαρμογής για την εξαγωγή αποτελεσμάτων.

5.2.2.2 Φυτικοί εχθροί καλλιέργειας

Ένα από τα κυριότερα ζιζάνια που αφορούν την καλλιέργεια των ψυχανθών είναι η οροβάγχη (*Orobanche crenata*) που προκαλεί σοβαρές ζημιές στις καλλιέργειες των ψυχανθών μειώνοντας τις παραγόμενες ποσότητες και επιδρώντας αρνητικά στα επίπεδα των πρωτεϊνών στους σπόρους. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση του Rubiales (2014) αναφέρει μέσα από ένα πλήθος βιβλιογραφικών αναφορών καθώς και φωτογραφικού υλικού τα επιτεύγματα της γενετικής βελτίωσης ψυχανθών για την αντιμετώπιση της οροβάγχης σε συνθήκες αγρού. Τονίζει όμως ό,τι απαιτούνται ακόμη αρκετές δοκιμές αγρού μέχρι να σταθεροποιηθούν τα χαρακτηριστικά των ποικιλιών αλλά και ότι θα πρέπει να γίνεται καλλιέργεια των συγκεκριμένων ποικιλιών με τη συνδυαστική χρήση και άλλων μεθόδων για την ολοκληρωμένη καταπολέμηση της οροβάγχης (π.χ χρήση κοπριάς απαλλαγμένη από σπόρους οροβάγχης, πρώιμες και βαθύτερες σπορές, ηλιοαπολύμανση). Και σε αυτή την περίπτωση ανθεκτικότητας φαίνεται ότι η συμβολή των αρχών της ολοκληρωμένης διαχείρισης αποτρέπει τη

χρήση αγροχημικών, διευκολύνοντας την πορεία για την επίτευξη των στόχων προς μια αειφορική γεωργία.

Βιοποικιλότητα

Η εντατικοποίηση των καλλιεργειών στην Ευρώπη έχει επιφέρει αρκετά προβλήματα σε ό,τι αφορά το περιβάλλον και επομένως στους άγριους πληθυσμούς που ζουν σε αυτό. Οι πληθυσμοί που ζουν τόσο μέσα στο έδαφος όσο και πάνω από αυτό αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα εξαιτίας της καταστροφής των βιοτόπων τους (Sutcliffe et al., 2015; Tsiadouli et al., 2015). Σε αυτή τη συλλογιστική πορεία η αναδιαμόρφωση της νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) προσπαθεί να προωθήσει περισσότερο από την προηγούμενη αναμόρφωση της την προστασία του περιβάλλοντος καθώς τρεις από τους εννιά κύριους στόχους της Νέας ΚΑΠ 2021-2027 αφορούν την επίτευξη στόχων που αφορούν τον τομέα του περιβάλλοντος.

Στην προσπάθεια να σκιαγραφηθεί η συμβολή των ψυχανθών στη διατήρηση της βιοποικιλότητας στην Ευρώπη, φαίνεται πως αυτού του είδους οι καλλιέργειες μπορούν να λειτουργήσουν σαν καταφύγιο για διάφορα θηλαστικά, πουλιά και έντομα αλλά και να βοηθήσουν στην επανεμφάνιση ορισμένων ειδών όπως μελετήθηκε στην περίπτωση της Ιβηρικής χερσονήσου από τους Cardador *et al.* (2015). Επίσης η αύξηση της οργανικής ουσίας που προκαλείται από την καλλιέργεια των ψυχανθών αυξάνει την συχνότητα εμφάνισης Κολεοπτέρων και ειδικότερα των ειδών *Poecilus cupreus*, *Pseudophonus rufipes* και *Pterostichus melana* σύμφωνα με την μελέτη των Vician *et al.* (2018).

5.3 Ανθρώπινη υγεία

Θετικές επιδράσεις από την κατανάλωση των ψυχανθών παρατηρούνται και στην ανθρώπινη υγεία, με την 68^η Συνεδρία των Ηνωμένων Εθνών να ανακηρύσσει το 2016 ως έτος των ψυχανθών και τη 10^η Φεβρουαρίου ως παγκόσμια ημέρα ψυχανθών (FAO, 2016), στην προσπάθεια να προωθηθούν οι θετικές επιρροές που προσφέρουν τα ψυχανθή στο σύνολο της αγρο-διατροφικής αλυσίδας. Μεγάλη βαρύτητα δόθηκε επίσης στην παροχή εκπαιδευτικού υλικού πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με στόχο την προώθηση της κατανάλωσης των ευεργετικών ιδιοτήτων που απορρέουν από την κατανάλωση των ψυχανθών αλλά και την προσπάθεια

αύξησης των επιπέδων ασφαλείας μιας ενδεχόμενης επισιτιστικής κρίσης. Πρόσφατη βιβλιογραφική ανασκόπηση παρουσιάζει τις θετικές επιδράσεις της κατανάλωσης ψυχανθών με κυριότερες αυτές της μείωσης κινδύνου από ασθένειες όπως ο διαβήτης, γαστρο-οισοφαγικές ασθένειες αλλά και κατά του καρκίνου του μαστού, του παχέος εντέρου και του προστάτη (Kamboj & Nanda, 2018). Υπογραμμίζεται ακόμη η ιδιαίτερα υψηλή περιεκτικότητα των ψυχανθών σε πρωτεΐνες, με τη σόγια και το λούπινο να αγγίζουν το 40% περιεκτικότητα πρωτεΐνης επί του καρπού αλλά και την ευκολία του μεταβολισμού των συγκεκριμένων πρωτεϊνών από τον ανθρώπινο οργανισμό. Επιπλέον, έχει καταγραφεί η συμβολή των ψυχανθών στην πρόληψη της αυξημένης αρτηριακής πίεσης και της υπερχοληστερολαιμίας, ενώ είναι υπό διερεύνηση ακόμη ο ακριβής τρόπος δράσης των συγκεκριμένων αμινοξέων στον ανθρώπινο οργανισμό (Arnoldi, Zanoni, Lammi, & Boschin, 2015).

Επιπρόσθετα τα ψυχανθή περιέχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του συμπλέγματος των Βιταμινών Β7 (βιοτίνη) και Β9 (φολικό οξύ) συγκριτικά με άλλα φυτικά προϊόντα (Hall, Hillen, & Garden Robinson, 2017). Οι βιταμίνες αυτές συμβάλλουν στη σωστή λειτουργία του οργανισμού, στις μεταβολικές διαδικασίες των κυττάρων και συμμετέχουν επίσης στη σύνθεση και ανακατασκευή του DNA και RNA. Ιδιαίτερος είναι ο ρόλος τους κατά την περίοδο της εγκυμοσύνης, καθώς οι Βιταμίνες Β7 συμμετέχουν στη δημιουργία του αμνιακού σάκου και της σπονδυλικής στήλης του νεογνού. Απουσία αυτών, μπορεί να δημιουργηθούν σοβαρές επιπλοκές και να επηρεάσουν το νεογνό και τη μητέρα. Έχει βρεθεί επίσης πως η έλλειψη βιταμινών Β έχει ισχυρή συσχέτιση με τα μυοσκελετικά προβλήματα που εμφανίζονται στην τρίτη ηλικία (Iolascon et al., 2017). Για τους παραπάνω λόγους έχει εντατικοποιηθεί η δημιουργία αλεύρων από ψυχανθή για την παρασκευή αρτοσκευασμάτων τα οποία έχουν ενισχυμένες ποσότητες Βιταμινών Β7 και Β9 με στόχο την μείωση των αρνητικών συνέπειων από την απουσία τους από τον ανθρώπινο οργανισμό (Jahreis, Brese, Leiterer, Schäfer, & Böhm, 2016).

Ολοκληρώνοντας την παρούσα ενότητα κρίνεται η παράθεση ενός ενδεικτικού πίνακα (Πίνακας 5) που αφορά τις έρευνες που συμπεριελήφθησαν στην παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση, που είχε ως στόχο την ανάδειξη εκείνων των χαρακτηριστικών της καλλιέργειας των ψυχανθών που συνεισφέρουν στη μείωση των

επιπτώσεων που επιφέρει η κλιματική αλλαγή. Μέσα από τον παρακάτω πίνακα ο αναγνώστης έχει τη δυνατότητα να προηγηθεί στις πιο ενδεικτικές αναφορές καθώς και των αποτελεσμάτων τους, που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή της βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

α/α	Συγγραφέας	Χρονιά	Κατηγορία	Αντικείμενο αναφοράς
1.	Stein and Klotz,	2016	Κύκλος αζώτου	Παράγοντες που επηρεάζουν τον κύκλο του αζώτου
2.	Xing <i>et al.</i>	2017	Λίπανση	Χρήση μπιζελιού και λούπινου σε κύκλο αμειψισποράς με σιτηρά (Μείωση 60%-86% σε N-λίπανση).
3.	Plaza-Bonilla <i>et al.</i>	2017	Λίπανση	Χρήση λούπινου και σόργου σε κύκλο αμειψισποράς με σιτηρά (Μείωση 61% των αναγκών σε N-λίπανση).
4.	Reckling <i>et al.</i>	2016	Αμειψισπορά	Διερεύνηση επιδράσεων καλλιέργειας ψυχανθών μεταξύ διαφορετικών περιοχών της Γερμανίας και της Σουηδίας.
5.	Ianneta <i>et al.</i>	2016	Αμειψισπορά	Αποδοτικότητα συστημάτων αμειψισποράς ψυχανθών έναντι χρήσης χημικών λιπασμάτων, για την κάλυψη των αναγκών σε λίπανση.
6.	St. Luce <i>et al.</i>	2015	Αμειψισπορά	Έλεγχος οικονομικότητας συστημάτων αμειψισποράς με τη χρήση ψυχανθών ως χλωρή λίπανση
7.	Angus <i>et al.</i>	2015	Αμειψισπορά	Χρήση ψυχανθών για την αύξηση της παραγωγής μαλακού σιταριού
8.	Tang <i>et al.</i>	2014	Λίπανση	Ενίσχυση εδάφους με φώσφορο

9.	Divito and Sadras	2014	Λίπανση	Μείωση αποδοτικότητας αζωτοδέσμευσης λόγω έλλειψης στοιχείων (N,P,K)
10.	Jha <i>et al.</i>	2019	Ανθεκτικότητα	Γενετική βελτίωση ψυχανθών στην αντοχή στην αλατότητα
11.	Araújo <i>et al.</i>	2015	Ανθεκτικότητα	Γενετική βελτίωση ψυχανθών στην αντοχή απέναντι σε αβιωτικούς παράγοντες
12.	Duc <i>et al.</i> ,	2015	Ανθεκτικότητα	Γενετική βελτίωση ψυχανθών για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής
13.	Hungria and Kaschuk	2014	Ανθεκτικότητα	Μελέτη επίδρασης υψηλών θερμοκρασιών στο κοινό φασόλι
14.	Kovi, Ergon και Rognli	2016	Ανθεκτικότητα	Μηχανισμοί αντιμετώπισης χαμηλών θερμοκρασιών από τα ψυχανθή
15.	Basit <i>et al.</i>	2019	Ανθεκτικότητα	Εισαγωγή γονιδίων ανθεκτικότητας σε ψυχανθή ενάντια στις αφίδες
16.	Amir <i>et al.</i>	2016	Ανθεκτικότητα	Διερεύνηση προτίμησης ψυχανθών από το είδος <i>Sitona crinitus</i>
17.	Rubiales	2014	Ανθεκτικότητα	Ανθεκτικότητα ψυχανθών στην οροβάγχη
18.	Vician <i>et al.</i>	2018	Βιοποικιλότητα	Πληθυσμοί Κολεοπτέρων σε καλλιέργειες ψυχανθών
19.	Kamboj and Nanda	2018	Ανθρώπινη υγεία	Βιβλιογραφική ανασκόπηση θετικών επιδράσεων κατανάλωσης ψυχανθών στην ανθρώπινη υγεία.
20.	Magrini <i>et al.</i>	2016	Περιοριστικοί παράγοντες	Λόγοι αδυναμίας προώθησης καλλιέργειας των ψυχανθών

Πίνακας 5: Συγκεντρωτικός Πίνακας ενδεικτικών αναφορών πλεονεκτημάτων ψυχανθών

5.4 Η περίπτωση της σόγιας

Σύμφωνα με τις προβλέψεις του FAO και του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD) η παραγωγή σόγιας στη Βραζιλία, που είναι μια από τις κυριότερες παραγωγές περιοχές παγκοσμίως, αναμένεται να αυξηθεί περίπου 10% φτάνοντας τους 280 εκατομμύρια τόνους έως το 2027 προκειμένου να μπορέσει να καλύψει τις διατροφικές ανάγκες του ο ζωικός πληθυσμός που εκτρέφεται στις παραγωγικές μονάδες (OECD-FAO, 2018). Όπως φάνηκε από το Γράφημα 5, η επικράτηση της Αμερικής σχετικά με την παραγωγή σόγιας είναι ξεκάθαρη. Αξίζει να αναφερθεί ότι το σημαντικότερο κομμάτι από τις εισαγωγές σόγιας στην Ευρώπη προέρχεται από τη Νότιο Αμερική και κυρίως από τις περιοχές της Βραζιλίας και της Αργεντινής (>70%) όπως αποκαλύπτουν τα δεδομένα του FAO. Το υπόλοιπο 25% προέρχεται από τις ΗΠΑ ενώ ένα πολύ μικρό ποσοστό καλύπτεται από την Ευρωπαϊκή παραγωγή. Τα παραπάνω υψηλά επίπεδα εξάρτησης καθιστούν την Ευρωπαϊκή Ένωση λιγότερο ισχυρή απέναντι σε τυχόν τιμολογιακές πρακτικές της Αμερικής και λιγότερο ανθεκτική σε περίπτωση επικράτησης δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών για την ανάπτυξη της καλλιέργειας σόγιας στην Αμερική. Ως επακόλουθο μπορεί να προκύψει μια ραγδαία αύξηση των τιμών στη σόγια, με αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους παραγωγής για τους Ευρωπαίους αγρότες και τη σταδιακή αποδυνάμωση του πρωτογενή τομέα και τοπικών κοινωνιών. Το συγκεκριμένο θέμα έχει τεθεί και επίσημα στο Ευρωκοινοβούλιο ήδη από το 2011, λαμβάνοντας μια σειρά μέτρων (κίνητρα για καλλιέργεια ψυχανθών μέσω της ΚΑΠ, αυστηρότερους περιορισμούς για τα κριτήρια εισαγωγής σόγιας και παραγόμενου κρέατος με σόγια, συστήματα ιχνηλασιμότητας) για την αντιστάθμιση των παραπάνω αρνητικών παραγόντων (European Parliament, 2011).

Επιπλέον, οι αχανείς εκτάσεις που καλλιεργούνται δημιουργούν και μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα με κυριότερα αυτά της μονοκαλλιέργειας στη βιοποικιλότητα των ειδών, της αποψίλωσης των δασών και της χρήσης χημικών. Η αποκλειστική καλλιέργεια σόγιας ειδικά στο κέντρο παραγωγής που είναι η Βραζιλία έχει οδηγήσει σε τεράστιες απώλειες σε βιοποικιλότητα. Σε συγκεντρωτικό πίνακα της έρευνας του Queiroz (2014) αναφέρονται τα ποσοστά από το φυτικό και ζωικό βασίλειο που επηρεάζονται από την καλλιέργεια σόγιας στο Σεράδο της Βραζιλίας (έκταση = 2

εκ. km²), με τα μεγαλύτερα τμήματα να αφορούν τη βιοποικιλότητα των ψαριών και των ερπετών καθώς και ορισμένων ενδημικών θηλαστικών. Η καλλιέργεια σόγιας ευθύνεται επίσης για τα υψηλά ποσοστά μείωσης του δάσους του Αμαζονίου προκειμένου να αυξηθεί η καλλιεργούμενη, ενώ γίνονται πολύ σοβαρές προσπάθειες από τις τοπικές κοινωνίες για την προστασία του δάσους με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών που εντοπίζουν σε πραγματικό χρόνο ώστε να μπορέσουν να επιβάλλονται άμεσα νομικές κυρώσεις στους παραβάτες (πρόγραμμα DETER-Detection of Deforestation in Real Time). Η έρευνα των Nepstad et al. (2014) είχε αναδείξει στοιχεία τα οποία κυρίως μέσω της εκπαίδευσης των τοπικών κοινωνιών αλλά και της αυστηροποίησης του νομικού πλαισίου, είχε σχεδόν εξαλειφθεί το φαινόμενο της αποψίλωσης. Βέβαια είναι αδύνατο για τη συγκεκριμένη έρευνα να συμπεριλάβει τις τελευταίες εξελίξεις (Ιούλιος, 2019), όπου εξαιτίας των διάφορων πυρκαγιών κάηκε συνολική έκταση 9.000 km², με σοβαρές επιπτώσεις για το περιβάλλον σε τοπική και παγκόσμια κλίμακα (WWF, 2019). Υποστηρίζεται ότι οι πυρκαγιές αυτές είχαν ως στόχο να αυξηθεί η έκταση της καλλιεργούμενης γης και μάλιστα σε εδάφη εξαιρετικά γόνιμα που για το πρώτο χρονικό διάστημα θα έχουν εξαιρετική παραγωγικότητα.

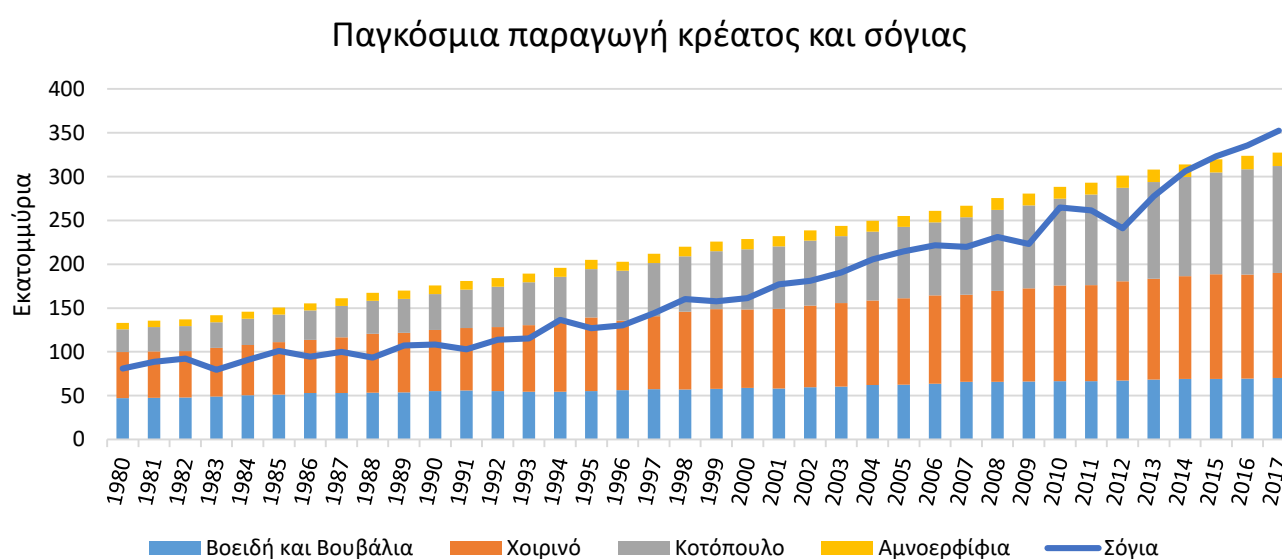
Ενδεικτική είναι η έρευνα των Boerema et al. (2016) οι οποίοι μελέτησαν τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις που προκύπτουν από το εμπόριο σόγιας μεταξύ Νοτίου Αμερικής (Αργεντινή και Βραζιλία) και Ευρώπης. Παρέχονται στοιχεία για την αλλαγή χρήσης γη του Αμαζονίου από το 1961-2008 με εμφανείς επιδράσεις από την παραγωγή σόγιας αφού για το 2008 η καλλιεργούμενη έκταση είχε εισχωρήσει κατά 11% στα εδάφη του Αμαζονίου. Καταλήγει στο γεγονός ότι η παραγωγή σόγιας αν και βραχυχρόνια αποδεικνύεται η οικονομικότερη λύση για την επιβίωση και ανάπτυξη των επιχειρήσεων του πρωτογενούς τομέα, εντούτοις σε μακροχρόνια κλίμακα παρατηρείται μια τρομερή απώλεια χρημάτων της τάξης των 120 δις \$/έτος, εξαιτίας της μικρότερης παροχής οικο-συστημικών υπηρεσιών από τα πρώην δάση, όταν η συνολική αξία της σόγιας που προορίζεται για ζωοτροφή αγγίζει τα 140 δις \$/έτος. Επιπλέον, δεν υπολογίζεται η δυνατότητα χρήσης των οικο-συστημικών υπηρεσιών για τις επόμενες γενιές που προκύπτει από την παραγωγή σόγιας, ότι δηλαδή οι επόμενες γενιές μπορεί να μην έχουν την ευκαιρία να χρησιμοποιήσουν τις παρεχόμενες αυτή τη στιγμή οικο-συστημικές υπηρεσίες σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα.

Το παραπάνω ζήτημα έχει επίσης ερευνηθεί από τους Gasparri & le Polain de Waroux (2015) σε μια προσπάθεια σύνδεσης της παραγωγής σόγιας με τις ανάγκες των επιχειρήσεων ζωικής παραγωγής και των καταναλωτικών αναγκών εξετάζοντας επιχειρήσεις του κλάδου στη Νότιο Αμερική (Αργεντινή, Βραζιλία). Αν και η έρευνα εξετάζει διαφορετικά σενάρια με τη χρήση γραμμικού προγραμματισμού μέσα από τα οποία θα μπορούσε να βρεθεί μια κοινή λύση που να επιφέρει τις λιγότερες πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά ταυτόχρονα να αφήνει ικανοποιημένες και τις επιχειρήσεις, εντούτοις καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η πολιτεία θα πρέπει να δώσει καταναλωτικά κίνητρα για την αγορά προϊόντων με φιλο-περιβαλλοντικό χαρακτήρα και ειδική σήμανση, ώστε να καταστεί δυνατό το συνολικό εγχείρημα.

Χαρακτηριστική είναι επίσης η κίνηση της Ευρωπαϊκής ομοσπονδίας παραγωγής ζωοτροφών (European Feed Manufacturers Federation, 2016), η οποία εξέδωσε έναν οδηγό 59 σημείων από τα οποία θεωρούσε τα 37 αναγκαία και τα 22 προτιμητέα για την εισαγωγή σόγιας στον Ευρωπαϊκό χώρο. Με αυτό τον τρόπο τέθηκαν κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά την υπολειμματικότητα ορισμένων φαρμάκων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σόγιας με κυριότερο στόχο τις εισαγωγές που προέρχονται από τη Βραζιλία και την Αργεντινή. Βέβαια εξετάζοντας τα δεδομένα του FAO δεν παρατηρείται κάποια δραματική μείωση των εισαγωγών σόγιας στην Ευρώπη, ίσως βέβαια είναι και αρκετά νωρίς για να φανεί αυτή η αλλαγή καθώς τα στοιχεία του οργανισμού φτάνουν έως το 2017. Σε κάθε περίπτωση ο συγκεκριμένος οδηγός ενισχύει ακόμη περισσότερο τη στάση της Ευρωπαϊκής Ένωσης απέναντι στη μείωση της εισαγόμενης σόγιας.

6 Ψυχανθή και σόγια στο σιτηρέσιο των παραγωγικών ζώων

Σε παγκόσμια κλίμακα υπάρχει μια συνεχής αύξηση του ζωικού κεφαλαίου που εκτρέφεται είτε για την κατανάλωση κρέατος είτε για την κατανάλωση προϊόντων που προκύπτουν από την εκτροφή τους π.χ γάλα, αυγά, μαλλί. Το παρακάτω γράφημα (Γράφημα 14) εξηγεί με πολύ απλό και κατανοητό τρόπο τη σχέση που παρουσιάζει η παγκόσμια παραγωγή σόγιας συγκριτικά με την παραγωγή κρέατος. Από το 1980 έως σήμερα και οι 2 παραγωγές αυξάνονται ανάλογα, γεγονός που καταδεικνύει τη διαχρονική επικράτηση της σόγιας στα σιτηρέσια των παραγωγικών ζώων. Αξίζει να σημειωθεί ότι περίπου το 85% της παραγωγής σόγιας πολτοποιείται ώστε να γίνει μια εύγλωττη πίτα που περιέχει τα φυτικά στελέχη αλλά και τον καρπό σόγιας, στον οποίο περιέχονται τα μεγαλύτερα ποσοστά πρωτεϊνών. Το υπόλοιπο 15% χρησιμοποιείται ως λάδι από τη βιομηχανία τροφίμων για τη δημιουργία φυτικών σκευασμάτων όπως : μαργαρίνες αλλά και ως πρόσθετα σε διάφορα τρόφιμα.



Γράφημα 14: Παγκόσμια παραγωγή κρέατος και σόγια για τη χρονική περίοδο 1980-2017, Πηγή FAOSTAT

Η Ευρωπαϊκή Ένωση μετά τη συνέλευση που πραγματοποιήθηκε το 2011, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, εκδίδει σε ετήσια βάση μια αναφορά σχετικά με την πλήρη κατάσταση που επικρατεί στον κλάδο των ζωοτροφών (European Commission, 2019). Πιο συγκεκριμένα περιέχονται κατηγορίες για τις καλλιέργειες σιτηρών, ελαιοδοτικών καρπών, ψυχανθών καθώς και παράγωγα αυτών που παράγονται στην Ευρώπη αλλά και το σύνολο των εισαγωγών ανά κατηγορία.

Διατηρείται επίσης μια ξεχωριστή στήλη με την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες από τα διάφορα που χρησιμοποιούνται. Οι παρεχόμενες ζωοτροφές με υψηλή πρωτεϊνική σύνθεση και τα παράγωγά τους αποτελούν το κυριότερο συστατικό ενός σιτηρεσίου με ποσοστό συμμετοχής 55%, το δεύτερο μεγαλύτερο μέρος του σιτηρεσίου καλύπτεται από φυτά με υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες (40%) ενώ το υπόλοιπο ποσοστό αφορά συμπληρώματα διατροφής. Ιδιαίτερα ενθαρρυντικό σύμφωνα με το σκεπτικό αντικατάστασης σόγιας είναι το γεγονός ότι η σόγια βρίσκει ως άμεσο ανταγωνιστή το λούπινο, στα οποία τα ποσοστά πρωτεϊνών ανέρχονται σε 36% και 35% αντίστοιχα.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που ακολουθεί έχει ως στόχο την ανάδειξη των διαφορών που προέκυψαν σε διαφορετικές μελέτες στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων προϊόντων μετά από την αντικατάσταση σόγιας με εναλλακτικές πηγές πρωτεΐνης. Η παρακάτω έρευνα αποσκοπεί στη συνολική διερεύνηση της δυνατότητας αντικατάστασης της σόγιας στον κλάδο των ζωοτροφών, προκειμένου να παρουσιάζεται και το ανάλογο οικονομικό όφελος από τα συμβαλλόμενα μέρη ώστε να προχωρήσουν στην αντικατάσταση της.

6.1 Ζωοτροφές χοίρων

Όπως είχε αναφερθεί και προηγουμένως, η μεγαλύτερη ποσότητα (~ 85%) σόγιας προωθείται στα σιτηρέσια των παραγωγικών ζώων σε πολτοποιημένη μορφή ή στην καθημερινή ορολογία σε μορφή πίτας, ώστε να μπορεί να είναι πιο εύπεπτη. Οι ερευνητές Hanczakowska & Świątkiewicz (2014) μελέτησαν διαφορετικά σενάρια ποσοστού αντικατάστασης της σόγιας με μπιζέλι, κουκί και 2 ποικιλίες λούπινου. Το ιδανικότερο ψυχανθές για την αντικατάσταση της σόγιας βρέθηκε να είναι το κίτρινο λούπινο που παρουσίαζε σχεδόν τα ίδια ποσοστά πρωτεΐνης συγκριτικά με τη σόγιας (>35%). Οι ποιοτικές και ποσοτικές αναλύσεις του κρέατος δεν παρουσίασαν κάποια διαφορά, ενώ πολύ θετική ήταν και η ανταπόκριση των χοίρων με το νέο σιτηρέσιο. Για τα υπόλοιπα ψυχανθή υπήρχε χαμηλότερη σύσταση σε πρωτεΐνες (<20%), με αποτέλεσμα να μην υπάρχει η αναμενόμενη πάχυνση του ζώου, γεγονός που καθιστά τα συγκεκριμένα είδη μη επιθυμητά από τις μονάδες παραγωγής. Ουδέτερα επίσης ήταν τα αποτελέσματα αντικατάστασης της σόγιας σε ποσοστό 4% με ελαιοκράμβη στο σιτηρέσιο χοίρων που διενεργήθηκε στην Κορέα και η διάρκεια του ήταν 3 μήνες (Yun,

Lei, Lee, & Kim, 2017). Σε γενικές γραμμές τα ποσοστά αντικατάστασης σόγιας ακόμη και στις πειραματικές εφαρμογές παραμένουν μικρά εξαιτίας του πρωτεϊνικού ελλείματος που προκύπτει (συνηθέστερα ποσοστά 15-30%).

Θετικά αποτελέσματα υπήρξαν και από την αντικατάσταση σόγιας στη φυσιολογική χλωρίδα του πεπτικού συστήματος χοιριδίων. Η κατανάλωση ρεβιθιού και λούπινου φαίνεται πως είναι καθοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη λακτοβάκτηλων αφού οι πληθυσμοί τους βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικά πιο αυξημένοι ($P < 0.05$) σε σχέση με τους πληθυσμούς λακτοβάκτηλων σε στομάχια χοιριδίων που κατανάλωναν σόγια. (Rubio & Reinado, 2014). Η διαφορά αυτή έχει ως αποτέλεσμα οι ήδη εγκατεστημένοι μικροοργανισμοί να ανταγωνίζονται ξένους μικροοργανισμούς που θέλουν να προσβάλλουν το ζώο, αυξάνοντας την ανθεκτικότητα των χοιριδίων απέναντι σε ασθένειες του πεπτικού συστήματος, χωρίς τη χρήση χημικών σκευασμάτων.

Ακόμη μια έρευνα υποστηρίζει τα παραπάνω ευρήματα αφού η αντικατάσταση σόγιας με 1) μπιζέλι και 2) ρεβίθια φάνηκε να μην έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των νεαρών χοιριδίων. Επιπλέον, ιδιαίτερα σημαντικό για το κλάδο των ζωοτροφών είναι η ικανότητα χώνεψης του σιτηρεσίου, χωρίς τα ζώα να αντιμετωπίζουν κάποιο πρόβλημα. Για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η περιεχόμενη ποσότητα τανινών, που συχνά είναι αποτρεπτικός παράγοντας για τη χρήση τους ως ζωοτροφές. Το άρθρο υποστηρίζει ότι οι εαρινές ποικιλίες διαθέτουν μικρότερο ποσοστό τανινών και για αυτό θεωρούνται πιο κατάλληλες για τη διατροφή των ζώων. Από τις τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις (σόγια, μπιζέλι και ρεβύθια) βρέθηκε ότι το σιτηρέσιο σόγιας και μπιζελιού έκανε το κρέας πιο άπαχο ενώ το σιτηρέσιο ρεβυθιού είχε επιδράσεις στη δημιουργία παχύτερου στρώματος δέρματος (White et al., 2015)

6.2 Ζωοτροφές ορνίθων

Σε συνέχεια της προηγούμενης ενότητας που αφορούσε τη σίτιση των χοίρων με διαφορετικά μείγματα ψυχανθών, ανάλογη είναι και η εικόνα που απεικονίζεται σε ό,τι αφορά τα σιτηρέσια στις πτηνοτροφικές μονάδες. Οι προσπάθειες για αλλαγή του σιτηρεσίου σόγιας με φάβα σε πτηνοτροφική μονάδα με κρεατοπαραγωγική

κατεύθυνση είχαν θετικά αποτελέσματα, αφού το τελικό προϊόν δεν παρουσίαζε ποσοτικές και ποιοτικές διαφορές (Tomaszewska et al., 2018). Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο κομμάτι των τανινών με τους ερευνητές να μελετούν το εντερικό σύστημα των ζώων και να καταγράφουν ότι τα ζώα που σιτίζονται με ψυχανθή αναπτύσσουν μεγαλύτερη επιφάνεια με μικροτριχίδια προκειμένου να απορροφούν το σύνολο των θρεπτικών συστατικών που τους παρέχονται. Με αυτό τον τρόπο εκφράζεται μια δυσκολία κατά την πέψη των ψυχανθών όταν τα επίπεδα των τανινών είναι υψηλά, ενώ συστήνεται η μερική ανάμειξη με σόγια σε περιπτώσεις όπου κρίνεται απαραίτητο ώστε να μειωθεί το ποσοστό των τανινών στο παρεχόμενο σιτηρέσιο.

Στην προσπάθεια να διερευνηθούν σε μεγαλύτερο βάθος τα αίτια που δημιουργούν το παραπάνω πρόβλημα αλλά και να βρεθούν εύκολα εφαρμόσιμες τεχνικές που θα επιτρέψουν στα υπόλοιπα ψυχανθή να ανταγωνιστούν τη σόγια στο σιτηρέσιο των παραγωγικών ζώων, οι (Röhe, Göbel, Goodarzi Borojani, & Zentek, 2017) εξέτασαν τρία διαφορετικά ενδεχόμενα. Το πρώτο σενάριο ήταν η σίτιση των ορνίθων να γίνει με ωμά φασόλια, το δεύτερο με φασόλια που έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία ενώ το τρίτο ήταν η χρήση ενζύμων που θα βοηθούσαν αργότερα στην ευκολότερη πέψη της συγκεκριμένης ζωοτροφής όταν τα επίπεδα των τανινών είναι υψηλά. Η παραπάνω προσπάθεια αν και απέδειξε ότι παρατηρείται διαφορά για τις περιπτώσεις ωμής και επεξεργασμένης ζωοτροφής, δεν κατάφερε να βρει τον ακριβή μηχανισμό δράσης που προκαλεί τη δημιουργία των επιπλέον απορροφητικών μεμβρανών στο έντερο των ορνίθων, που μεταφράζεται σε απώλεια ενέργειας για το ζώο και άρα υψηλότερο χρόνο παραμονής στη μονάδα παραγωγής.

Πειραματική έρευνα για τη μερική αντικατάσταση της σόγιας με ποικιλίες ψυχανθών έχει εκπονηθεί και στον ελληνικό χώρο. Οι Dotas et al. (2014) μελέτησαν σε 5 διαφορετικά επίπεδα αντικατάστασης μπιζελιού (60-120-240-360g/kg σωματικού βάρους) με στόχο να διερευνηθούν τις διαφορές που τυχόν προκύψουν από την αλλαγή. Αξίζει να σημειωθεί ότι η έρευνα έλαβε υπόψιν της και τα 3 στάδια παραγωγής που διέπουν μια πτηνοτροφική μονάδα, δηλαδή της αύξησης του μεγέθους των ορνίθων, το στάδιο της πάχυνσης και το στάδιο της προετοιμασίας για το σφαγείο. Όπως είναι φυσικό η δοσολογία του πρώτου σταδίου που αφορά ουσιαστικά νεοσσούς που μόλις εκκολάφθηκαν ήταν διαφοροποιημένη σε μικρότερες δόσεις (40-80-120-160

μπιζελιού/kg σωματικού βάρους). Υπογραμμίζεται επίσης ότι η αντικατάσταση σόγιας ακόμη και στο μέγιστο επίπεδο έφτανε το 30%. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν κάποια ουσιαστική διαφορά σε σχέση με το προηγούμενο σιτηρέσιο, ούτε παρατηρήθηκαν προβλήματα κατά την πέψη.

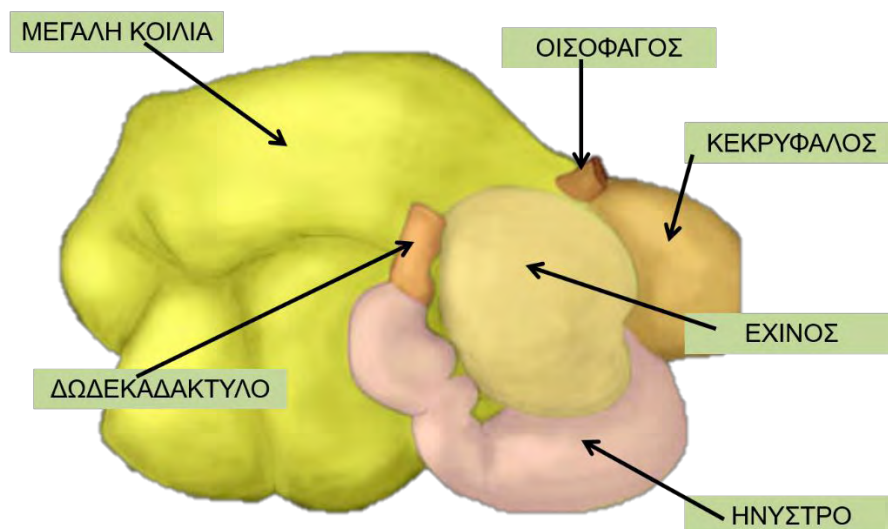
Αντίστροφα αποτελέσματα παρατήρησαν οι ερευνητές σχετικά με την αυγοπαραγωγική διαδικασία σε πειράματα αντικατάστασης σόγιας με λούπινο, υπενθυμίζοντας πως το λούπινο είναι το δεύτερο σε σειρά ψυχανθές με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Kubiś et al., 2018). Έπειτα από την αντικατάσταση σόγιας και με μια κλιμακωτή δοσολογία 5 επιπέδων από 0-300g λούπινου/kg νωπού βάρους κοτόπουλου, παρατηρήθηκε μείωση τόσο στο βάρος των αυγών αλλά και μείωση στο πάχος του εξωτερικού του αυγού, καθιστώντας το πιο εύθραυστο. Στα αποτελέσματα του άρθρου γίνεται παράθεση προηγούμενων ερευνών με αντίθετα αποτελέσματα, εξηγώντας πως τα αποτελέσματα δεν ήταν τα απόλυτα αναμενόμενα. Οι ερευνητές αποδίδουν τις αρνητικές συνέπειες του λούπινου στη συγκεκριμένη ποσότητα λούπινου που σιτίστηκε στις εκτρεφόμενες όρνιθες, καθώς μετά από ανάλυση προέκυψε ότι υπήρχαν υψηλά ποσοστά μη αμυλούχων πολυσακχαριτών, προτρέποντας τα εργαστήρια ελέγχου να εξετάζουν με ιδιαίτερη προσοχή και αυτή την παράμετρο κατά την αγορά ποσοτήτων ψυχανθών.

Σε ένα επόμενο βήμα αναφορικά με τις ζωοτροφές που σχετίζονται με την παραγωγή κρέατος πουλερικών προχώρησαν στην αντικατάσταση σόγιας με μείγματα ψυχανθών (μηδική και φασόλι) που περιείχαν εντομάλευρα από έντομα του γένους *Hermetia illucens*, ένα είδος μύγας που μάλιστα ανακαλύφθηκε πρόσφατα (2015) να διαβιεί στο νησί της Νάξου (Leiber et al., 2017; Tsagkarakis, Arapostathi, & Strouvalis, 2017). Οι διαφορές που προέκυψαν σχετικά με το μάρτυρα που ήταν το σιτηρέσιο σόγιας, ήταν οι εξής 1) το μείγμα μηδικής με εντομάλευρο παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0.001$) στο βάρος του νωπού στήθους με τιμές 468g για το σιτηρέσιο σόγιας και 479g για το μείγμα, 2) μικρότερη απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα γεγονός που αναδεικνύει την μεγαλύτερη συνεκτικότητα όλων των μεταχειρίσεων σε σχέση με το μάρτυρα σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,001$, 3) αυξημένο κόκκινο χρώμα στους ιστούς των ζώων που σιτίστηκαν με μείγμα μηδικής με εντομάλευρα. Οι ερευνητές προτρέπουν στην πιο ευρεία χρήση των συγκεκριμένων

μειγμάτων, υπογραμμίζοντας βέβαια την έλλειψη μονάδων παραγωγής εντόμων που θα μπορούσαν να παρέχουν ικανοποιητικές ποσότητες στις τοπικές μονάδες ζωικής παραγωγής.

6.3 Ζωοτροφές μηρυκαστικών

Το μεγάλο προτέρημα που εμφανίζουν τα μηρυκαστικά σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες ζώων, προκύπτει από την ανατομία τους. Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 4) μπορεί κανείς να διακρίνει τους 4 διαφορετικούς χώρους που απαρτίζουν το στόμαχο των μηρυκαστικών ζώων. Η τροφή εισέρχεται από τον οισοφάγο και σε μορφή σφαιριδίου (μασημένη τροφή μαζί με σάλιο). Στη συνέχεια μέσω συσπάσεων της μεγάλης κοιλίας η τροφή ανεβαίνει ξανά στη στοματική κοιλότητα, πραγματοποιείται εκ νέου μάσηση και οδηγείται πάλι πίσω στη μεγάλη κοιλία. Μέσα από αυτή τη διαδικασία επιτυγχάνεται "σπάσιμο" των κυτταρικών τοιχωμάτων που έχει ως στόχο την καλύτερη και ευκολότερη απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων της ζωοτροφής από τα μηρυκαστικά. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η μεγάλη κοιλία μαζί με το επόμενο τμήμα τον κεκρύφαλο, παρέχουν τον απαραίτητο χρόνο και χώρο που χρειάζεται για την ανάπτυξη και διατήρηση μικροβιακού πληθυσμού που συμβάλλει στη διαδικασία της πέψης. Η τροφή θα παραμείνει εκεί για 50-70 ώρες, χρονικό διάστημα ικανό για τους μικροοργανισμούς ώστε να σπάσουν τα σκληρά τοιχώματα κυτταρίνης που περιέχονται στους φυτικούς ιστούς. Έπειτα η τροφή οδηγείται στον εχίνος ή <<βιβλίο>> όπως ονομάζεται, ένα χώρο με πολλαπλές στρώσεις μεμβρανών που χρησιμεύουν για την απορρόφηση των στοιχείων που έχουν προκύψει από τη διαδικασία της μάσησης και της μικροβιακής πέψης. Τέλος η τροφή μεταφέρεται στο ήνυστρο, όπου είναι και ο χώρος που μοιάζει περισσότερο με τον ανθρώπινο στόμαχο, όπου εκεί γίνεται έκκριση ισχυρών τοξικών ουσιών για τη μείωση του μικροβιακού φορτίου και τη συνέχιση της διαδικασίας πέψης. Το δωδεκαδάκτυλο είναι η απόληξη του ήνυστρου που οδηγεί την τροφή στο παχύ και λεπτό έντερο.



Εικόνα 4: Τα μέρη που απαρτίζουν το στομάχο των μηρυκαστικών ζώων, Πηγή: Πανεπιστημιακές σημειώσεις Κουρουσέκος Γ.

Όπως προκύπτει από την προηγούμενη παράγραφο, τα μηρυκαστικά έχουν προσαρμοστεί πλήρως στις ανάγκες πέψης των φυτικής προέλευσης ζωοτροφών αφού τα ειδικά διαμορφωμένα στομάχια που διαθέτουν καθιστούν πιο αποτελεσματική και λιγότερο προβληματική τη διαδικασία της πέψης. Επιστρέφοντας και πάλι στο σκοπό του κεφαλαίου που είναι η διερεύνηση των επιπτώσεων που προκαλεί η αντικατάσταση της σόγιας στο σιτηρέσιο των μηρυκαστικών ζώων φαίνεται πως υπάρχουν αρκετές έρευνες που έχουν μελετήσει τη συγκεκριμένη διαδικασία.

Πιο συγκεκριμένα, σε έρευνα που εκπονήθηκε σε μονάδα παραγωγής πρόβειου κρέατος πραγματοποιήθηκε αλλαγή του σιτηρεσίου σόγιας με τα ακόλουθα 1) λούπινο καρπό 2) βίκο καρπό 3) λινάρι καρπό 4) ρεβίθι καρπό 5) ελαιοκράμβη πίτα και 6) ηλίανθος πίτα (Zagorakis, Liamadis, Milis, Dotas, & Dotas, 2015). Οι παραπάνω πρώτες ύλες χρησιμοποιήθηκαν αυτούσιες χωρίς προσμίξεις και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε όλες τις μεταχειρίσεις δεν υπήρχε κάποια διαφορά στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου κρέατος, συγκριτικά με το μάρτυρα που ήταν το σιτηρέσιο σόγιας. Οι ερευνητές επισημαίνουν πως αν τα παραπάνω μείγματα χρησιμοποιηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα θα ήταν επιθυμητό να περνούν πρώτα από μια θερμική επεξεργασία προκειμένου να είναι πιο εύπεπτα από τα ζώα. Σε περιπτώσεις όμως μερικής αντικατάστασης της σόγιας αυτό δεν είναι απαραίτητο.

Άλλη έρευνα μελέτησε τα χαρακτηριστικά του πρόβειου γάλακτος έπειτα από πειράματα με τη χρήση ανεξάρτητων σιτηρεσίων καρπού ρεβιθιού, κουκιού και φασολιού με την πρόσμιξη τους με κριθάρι συγκριτικά με τη χρήση σόγιας (Bonanno et al., 2016). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν όχι μόνο δεν είχαν αρνητικό χαρακτήρα αλλά ήταν στατιστικώς σημαντικά αυξημένη η ποσότητα του παραγόμενου γάλακτος σε επίπεδα σημαντικότητας $\alpha=5\%$, ενώ υψηλότερα ήταν και τα ποσοστά καζεΐνης στα μείγματα των ψυχανθών με το κριθάρι, βελτιώνοντας το ποιοτικό προφίλ του τελικού προϊόντος. Επιπλέον, η έρευνα αναφέρει ότι τα πειραματικά σιτηρέσια που περιείχαν ψυχανθή ήταν πιο προτιμητέα από τα εκτρεφόμενα ζώα, γεγονός που καταδεικνύει και την προθυμία των ζώων να σιτιστούν με τις συγκεκριμένες ζωτροφές.

Δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στον τομέα που αφορά την παραγωγή αγελαδινού γάλακτος, καθώς αυτό είναι το αντικείμενο της συγκεκριμένης διατριβής είναι σκόπιμο να αναφερθούν οι μέσες ανάγκες σίτισης καθώς και τα αναμενόμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά για το αγελαδινό γάλα. Οι ανάγκες μιας παραγωγικής αγελάδας σε καθημερινή βάση υπολογίζονται από 18 έως 25kg ζωτροφής (Knowlton, Nelson, & Dunklee, 2013). Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετοί τύποι που υπολογισμού της ποσότητας του σιτηρεσίου των αγελάδων παραγωγής γάλακτος που μάλιστα είναι γνωστοί ήδη από το 1930. Βέβαια η συνεχής μελέτη έχει βελτιώσει αρκετά τις πρώτες εκείνες προσπάθειες. Ένας τύπος υπολογισμού των θερμιδικών αναγκών για μια γαλακτοπαραγωγική αγελάδα είναι:

$$\text{Θερμιδικές ανάγκες (MJ/ημέρα)} = (\text{Σωματικό βάρος(kg)})^{0.75} \times 0,515 + 5,15 \times (\text{παραγωγή γάλακτος (kg) /ημέρα}) = \text{MJ/ημέρα (Luke, 2016)}$$

Βέβαια, οι συντελεστές της παραπάνω εξίσωσης διαφοροποιούνται ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του ζώου, τη φυλή, το ποσοστό των περιεχόμενων πρωτεϊνών στο γάλα, τις επικρατούσες θερμοκρασίες στις σταβλικές εγκαταστάσεις. Κάθε παρεχόμενο σιτηρέσιο δύναται σε 5 μεγάλες κατηγορίες απαραίτητων συστατικών: σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη, βιταμίνες και ιχνοστοιχεία. Σημαντικότερο ρόλο για την παραγωγική διαδικασία του διαδραματίζουν οι πρωτεΐνες λόγω για τον οποίο υπάρχει αυτή η εκτεταμένη ζήτηση σόγιας όπως έχει αναδειχθεί στα αρχικά κεφάλαια. Οι πρωτεϊνικές απαιτήσεις μπορούν να υπολογισθούν σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

Πρωτεϊνικές απαιτήσεις / ημέρα= $1,8 \times (\text{Σωματικό βάρος(kg)})^{0.75} + 14 \times (\text{κιλά καταναλωμένης ζωοτροφής σε ξηρή μάζα/ημέρα}) + (1,47 - 0,0017 \times (\text{παραγωγή γάλακτος (kg) /ημέρα})) \times (\text{συνολικά g των περιεχόμενων πρωτεϊνών στο γάλα}) = g \text{ πρωτεϊνών/ημέρα}$ (Luke, 2016)

Σύμφωνα με τους Καμιναρίδη & Μοάτσου (2009) τα συστατικά του αγελαδινού γάλακτος διακρίνονται σε δύο κατηγορίες τα κύρια και τα δευτερεύοντα όπως αυτά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6). Αξίζει να αναφερθεί ό,τι η μέση παραγωγικότητα γαλακτοπαραγωγικών φυλών αγελάδων ανέρχεται σε ποσότητα 8.500kg σε διάστημα 305 ημέρων το χρόνο:

Κύρια	Δευτερεύοντα
Νερό (88%)	Βιταμίνες
Λίπος (3,7%)	Λιπίδια
Λακτόζη (4,7%)	Ενδογενή ένζυμα
Πρωτεΐνες (3,2%)	Ιχνοστοιχεία
Ανόργανα στοιχεία (0,75%)	Σωματικά κύτταρα

Πίνακας 6: Ποιοτικά χαρακτηριστικά αγελαδινού γάλακτος

Αξίζει να αναφερθεί ότι η ελληνική πολιτεία σύμφωνα με πρόσφατη ανακοίνωση της με βάση την ΚΥΑ 838/51008/2019 έχει θέσει σε εφαρμογή το πρόγραμμα <<ARTEMIS>> , σύμφωνα με το οποίο οι αγελαδοτρόφοι θα πρέπει να δημοσιεύουν σε διαδικτυακή πλατφόρμα στοιχεία που αφορούν την ποιότητα και την ποσότητα παραγόμενου γάλακτος σε τριμηνιαία βάση (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, 2019). Στο σύστημα θα πρέπει να καταχωρούν στοιχεία και οι διακινητές γάλακτος ώστε να μπορεί να γίνει διασταύρωση. Επιπλέον, προβλέπονται και ισχυρές κυρώσεις για τους παραβάτες με πρόστιμα που ανέρχονται από 200€-4000€ + ποσοστό επί των παραδόσεων/πωλήσεων. Το παραπάνω μέτρο συμβάλλει στην καλύτερη ιχνηλασιμότητα των ποσοτήτων γάλακτος καθώς και στην καλύτερη οργάνωση της παραγωγής γάλακτος σε εθνικό επίπεδο.

Επικεντρώνοντας και πάλι στην προσπάθεια διερεύνησης των επιπτώσεων αλλαγής του σιτηρεσίου σόγιας με ισοπρωτεϊνούχες ποσότητες ψυχανθών, φαίνεται

πως και στις αγελαδοτροφικές μονάδες δεν παρατηρούνται αρνητικές επιπτώσεις. Πιο συγκεκριμένα σε έρευνα των Mendowski et al. (2019) δεν παρατηρήθηκαν αρνητικές επιπτώσεις μετά την αλλαγή του σιτηρεσίου με λούπινο και κουκί. Στην έρευνα τα δύο χρησιμοποιούμενα μείγματα ήταν 1) 90:10 κουκί με λιναρόσπορο 2) 90:10 λούπινο με λιναρόσπορο. Στην τελική παραγωγή γάλακτος δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στην ποσότητα (26kg/ήμερα/αγελάδα) αλλά ούτε και στον ποιοτικό έλεγχο του γάλακτος.

Για την περαιτέρω διερεύνηση των επιπτώσεων των ζωοτροφών που έχουν υψηλό ποσοστό φυτικών ινών, οι Fustini et al. (2017) διενήργησαν πειράματα στα οποία έγινε χρήση μηδικής σε διαφορετικές συγκεντρώσεις (46,8%, 36,8%, 38,8%, και 30,1%) επί του συνολικού σιτηρεσίου, προκειμένου να διερευνηθούν οι επιπτώσεις που προκύπτουν από την κατανάλωση των περιεχόμενων φυτικών ινών. Σε ό,τι αφορά την ποσότητα και την ποιότητα του γάλακτος φαίνεται να μην υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με τη μέση παραγωγικότητα γάλακτος να κυμαίνεται στα 40kg/ημέρα για αγελάδες τα φυλής Χολστάϊν και η μέση περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ήταν 3,27%. Η μοναδική διαφορά που παρατηρήθηκε ήταν η μεγαλύτερη διάρκεια πέψης για το σιτηρέσιο που είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε μηδική. Επιπλέον η έρευνα δεν ανέφερε κάτι σχετικά με τις προτιμήσεις των ζώων για τα διαφορετικά σιτηρέσια.

Σε επόμενη έρευνα των Ramin, Höjer, & Hetta (2017) όπου επικεντρώθηκαν στις διαφορές που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση θερμικής επεξεργασίας προκειμένου να γίνουν πιο εύπεπτες οι περιεχόμενες φυτικές ίνες. Διενεργώντας τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις με χρήση μηδενικής, μερικής και υψηλότερης θερμοκρασίας σε κουκί, οι ερευνητές προσπάθησαν να διερευνήσουν διαφορές στην ποσότητα και στην ποιότητα του παραγόμενου γάλακτος. Η έρευνα καταλήγει ότι δεν προκύπτουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων η διαφορά μάρτυρα και υψηλότερης θερμοκρασίας ήταν 23,6 και 24,8 kg/ημέρα. Όμως άλλη έρευνα επισημαίνει ότι η χρήση υψηλών θερμοκρασιών οδηγεί σε μείωση των πρωτεϊνών στο παραγόμενο γάλα, καθώς μεγάλο ποσοστό πρωτεϊνών καταστρέφεται εξαιτίας της θερμοκρασίας (Vaga, Hetta, & Huhtanen, 2017).

Ιδιαίτερη σημαντικότητα παρατηρείται με τη χρήση των ψυχανθών ως ζωοτροφή σε περιοχές όπου δεν είναι δυνατή η αγορά ποιοτικών ζωοτροφών όπως και

η εκτροφή ζωικού κεφαλαίου προσαρμοσμένο στην γαλακτοπαραγωγή εξαιτίας του υψηλού κόστους απόκτησης του (Castro-Montoya et al., 2019). Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η χρήση ενός είδους της οικογένειας των ψυχανθών (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) το οποίο συναντάται σε αμμώδη εδάφη τροπικού κλίματος κυρίως στην Αφρική και την Ασία, ενώ η αγγλική κοινή ονομασία του <<cowpea>> αποδεικνύει τη σημαντικότητα του στο σιτηρέσιο των αγελάδων γαλακτοπαραγωγής. Έρευνα πεδίου Ελλήνων επιστημόνων καταγράφει το συγκεκριμένο είδος στην ελληνική επικράτεια (σε νησιά του Αιγαίου και της ηπειρωτικής Ελλάδας που βρέχεται από το Ιόνιο) και μάλιστα έπειτα από ποιοτικές αναλύσεις των καρπών φαίνεται πως το ποσοστό των πρωτεϊνών των καρπών κυμαίνεται από 22%-28% του ξηρού βάρους, αρκετά ικανοποιητικό για άγριους πληθυσμούς (Lazaridi, Ntatsi, Savvas, & Bebeli, 2017) αν αναλογιστεί κανείς ότι σε παρόμοια επίπεδα βρίσκονται και οι καλλιεργούμενες ποικιλίες ψυχανθών. Στο σημείο αυτό αναδεικνύεται η αναγκαιότητα διατήρησης των αγρίων πληθυσμών για την περαιτέρω χρήση τους ως γενετική τράπεζα, ενώ σημαντικό ρόλο φαίνεται να διαδραματίζει τόσο για οικονομικά ασθενείς όσο και για δύσκολα προσβάσιμες περιοχές.

7 Περιοριστικοί παράγοντες εξάπλωσης ψυχανθών

Παρά τα σημαντικά οφέλη των ψυχανθών συγκριτικά με άλλες καλλιέργειες παρατηρείται ότι η επιλογή τους από τους καλλιεργητές δεν είναι ιδιαίτερα συχνή. Σε μια εκτεταμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση των Magrini *et al.* (2016) καταγράφονται οι λόγοι για τους οποίους η καλλιέργεια των ψυχανθών παρέμεινε σε πολύ χαμηλά επίπεδα σε σχέση με τη συνολική καλλιεργούμενη έκταση. Όπως αναφέρεται στο άρθρο, οι κυριότεροι λόγοι είναι 1) η υψηλή εξειδίκευση στην καλλιέργεια σιτηρών και την αδυναμία των παραγωγών να στραφούν στην καλλιέργεια των ψυχανθών εξαιτίας της προ υπάρχουσας εμπειρίας τους καθώς και 2) η απουσία του κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού για την καλλιέργεια των ψυχανθών. Επιπλέον, πολύ σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η παρουσία εγκαθιδρυμένων καναλιών διακίνησης σιτηρών που διευκολύνει την πώληση και πληρωμή του προϊόντος σε αντίθεση με την παραγωγή των ψυχανθών, όπου οι παραγωγές είναι σχετικά μικρές και διάσπαρτες, με

αποτέλεσμα ο παραγωγός θα έπρεπε να αναζητήσει μόνος του τις κατάλληλες αγορές για την πώληση των προϊόντων του. Η παραπάνω διαδικασία χαρακτηρίζεται ως μια εσωστρέφεια του αγροτικού κλάδου (technological lock-in), που παραμένει δυσκίνητος στις αλλαγές της στρατηγικής της ΕΕ για μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αλλά και τις καταναλωτικές προτιμήσεις για πιο φιλό-περιβαλλοντικά προϊόντα.

Κυριότερος περιοριστικός παράγοντας μη γενικευμένης χρήσης των ψυχανθών έναντι της σόγιας στις εκμεταλλεύσεις ζωικής παραγωγής είναι το σχετικά χαμηλότερο ποσοστό πρωτεϊνών που διαθέτουν. Βέβαια η σύγκριση αυτή δεν είναι απόλυτα δίκαιη, καθώς η σόγια έχει δεχθεί πολύ σημαντικές γενετικές βελτιώσεις προκειμένου να μπορέσει να επιτύχει τα συγκεκριμένα ποσοστά. Άρα λοιπόν για να παραχθεί ένα σιτηρέσιο το οποίο έχει ίδια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες απαιτείται μεγαλύτερος όγκος προϊόντος και προκύπτει ένα επιπρόσθετο κόστος για τη μεταφορά και αποθήκευση του. Σχετικά στα ίδια ποσοστά περιεκτικότητας πρωτεΐνης συγκριτικά με τη σόγια κυμαίνεται και το λούπινο, φυτό προσαρμοσμένο στην ελληνική επικράτεια που θα άξιζε η μεθοδική ενασχόληση για την γενετική βελτίωση του. Επιπλέον όπως παρατηρήθηκε και από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση για τη χρήση των ψυχανθών ως ζωοτροφές παρατηρείται ότι σε ορισμένα φυτά ανάλογα με το είδος και τη χρονιά παραγωγής υπάρχει περίπτωση να περιέχουν υψηλά ποσοστά τανινών, γεγονός που δυσχεραίνει τη διαδικασία της πέψης από πλευράς των ζώων.

8 Περιβαλλοντικό αντίκτυπο χρήσης σόγιας και ψυχανθών ως ζωοτροφή

Στην παρούσα ενότητα κρίθηκε αναγκαίο να παρουσιαστούν οι έννοιες του υδατικού και ανθρακικού αποτυπώματος ώστε ο αναγνώστης να έχει μια πλήρη εικόνα για την ανάπτυξη και τον τρόπο υπολογισμού τους, αλλά και για να μπορέσει να εξηγηθεί με ακρίβεια η ανάλυση του Κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment-LCA). Η διαφορά μεταξύ υδατικού, ανθρακικού αποτυπώματος και της ανάλυσης κύκλου ζωής έγκειται στο γεγονός ότι τα πρώτα μελετούν τις καταναλώσεις νερού και ενέργειας αντίστοιχα αλλά και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτών μόνο στο στοιχείο τους κάθε φορά, ενώ από την άλλη πλευρά η ανάλυση του κύκλου ζωής εμπεριέχει τις 2

παραπάνω έννοιες προσθέτοντας επιπλέον παραμέτρους όπως η ρύπανση εδαφών ή οι επιπτώσεις της τύχης της συσκευασίας στο περιβάλλον μετά την κατανάλωση.

8.1 Υδατικό αποτύπωμα

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι απαιτήσεις του πλανήτη συνεχώς αυξάνονται ενώ από την άλλοι τα αποθέματα των φυσικών πόρων μειώνονται καθημερινά. Ένα από τα βασικότερα στοιχεία για την διατήρηση της ζωής πάνω στη Γη είναι το νερό. Σύμφωνα με το World Economic Forum (2009) μόνο το 3% του παγκόσμιου νερού είναι διαθέσιμο ως πόσιμο νερό ενώ η Παγκόσμια Τράπεζα επισημαίνει πως ο μεγαλύτερος καταναλωτής είναι η άρδευση των καλλιεργούμενων εκτάσεων, καταλαμβάνοντας το 70% της χρήσης νερού (World Bank, 2017). Στις 25 Σεπτεμβρίου 2015, η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών ενέκρινε επίσημα την Οικουμενική, Ολοκληρωμένη και Μετασχηματιστική Ατζέντα για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη του 2030, μαζί με ένα σύνολο από 17 στόχους για την επίτευξη της Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals- SDGs) και 169 συναφών δράσεων Εικόνα 5. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει πλήρως αποδεχτεί αυτούς τους στόχους καθώς και τις 169 δράσεις που οδηγήσουν στην επίτευξη αυτών δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στο κομμάτι της έρευνας και της τεχνολογία σε ό,τι αφορά τον αγροτικό τομέα (Vlontzos, 2020). Αν και οι στόχοι αυτοί είναι δύσκολο να επιτευχθούν στην πράξη, εντούτοις είναι πολύ θετικό το γεγονός ότι υπάρχει ένα συνεχώς αυξανόμενο κλίμα γύρω από την προστασία του περιβάλλοντος και ειδικότερα του νερού. Οι δράσεις που αφορούν το νερό αφορούν τις παραμέτρους της ποσότητας, της ποιότητας, της επανάχρησης, της αύξησης της αποδοτικότητας χρήσης νερού, της καθολικής πρόσβασης, της αναγκαιότητας διατήρησης του νερού στο φυσικό περιβάλλον αλλά και της συνεργασίας τόσο σε εθνικό όσο και σε διακρατικό επίπεδο.



Εικόνα 5: 17 Στόχοι της Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals- SDGs),

Πηγή: (United Nations, 2015)

Το 2002 δημοσιοποιήθηκε μια εκτεταμένη εργασία, η οποία ουσιαστικά εξηγεί ότι το νερό που καταναλώνεται από το κάθε άτομο δεν είναι αυτό που αναγράφεται στον οικιακό μετρητή αλλά θα πρέπει να συμπεριληφθεί και το νερό που καταναλώνει μέσα από την κατανάλωση τροφίμων (Hoekstra & Hung, 2002). Το ανατρεπτικό ήταν ότι η περιεκτικότητα σε νερό ενός τρόφιμου που προσμετρούνταν δεν ήταν η πραγματική περιεκτικότητα του σε νερό την στιγμή της κατανάλωσης, αλλά η ποσότητα νερού που έπρεπε να χρησιμοποιηθεί από το αρχικό στάδιο παραγωγής του προϊόντος, σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, μέχρι τη στιγμή της κατανάλωσης του. Σήμερα υπάρχει ένας αρκετά μεγάλος όγκος δεδομένων σε ότι αφορά τις βιβλιογραφικές αναφορές και αξίζει να τονισθεί ότι ο αριθμός τους είναι συνεχώς αυξανόμενος (Zhang, Huang, Yu, & Yang, 2017). Επιπλέον, η πρώτη πεντάδα ομάδων επιστημονικών περιοδικών με τις περισσότερες δημοσιεύσεις γίνονται σε περιοδικά που αφορούν τους παρακάτω τομείς: τις περιβαλλοντικές επιστήμες και την οικολογία (347), την μηχανική (245), τους υδάτινους πόρους (139) και την γεωπονία (22).

Έως σήμερα έχουν αποδοθεί αρκετοί ορισμοί για το υδατικό αποτύπωμα με επικρατέστερο να παραμένει αυτόν που είχαν αποδώσει οι Hoekstra and Chapagain:

*Η **συνολική ποσότητα** νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή των αγαθών και των υπηρεσιών, που **καταναλώνεται** από το άτομο ή την κοινότητα.*

Έτσι λοιπόν τα μελετόμενα χαρακτηριστικά που προκύπτουν από τους ορισμούς του υδατικού αποτυπώματος είναι η ποιότητα και η ποσότητα του νερού καθ' όλη τη διάρκεια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Όμως η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα και εξειδίκευση οδήγησε στη δημιουργία τριών κατηγοριών αποτυπωμάτων: του μπλε, του πράσινου και του γκρι (Πίνακας 7) όπως αυτά αναφέρονται στην επίσημη ιστοσελίδα waterfootprint.org καθώς και στο επίσημο εγχειρίδιο του οργανισμού (Water Footprint Network, 2013):

<u>Κατηγορία</u>	<u>Ορισμός</u>	<u>Τρόπος υπολογισμού</u>
Μπλέ	Το νερό που προέρχεται από επιφανειακούς ή υπόγειους υδάτινους πόρους και είτε εξατμίζεται, είτε μεταβιβάζεται. Χρήσεις: αρδευόμενη γεωργία, βιομηχανία και οικιακή χρήση ύδατος.	$WF_{proc,blue}$ = η ποσότητα που νερού που εξατμίζεται + η ποσότητα που νερού που ενσωματώνεται στα φυτά + υδατικές απώλειες λόγω απορροής (επιφανειακής και υπόγειας)
Πράσινο	Το νερό από την κατακρήμνιση που αποθηκεύεται στη ριζική ζώνη του εδάφους και εξατμίζεται, μεταφέρεται ή χρησιμοποιείται από τα φυτά. Ιδιαίτερα σημαντικό για γεωργικά, κηπευτικά και δασικά προϊόντα.	$WF_{proc,green}$ = η ποσότητα που νερού που εξατμίζεται + η ποσότητα που νερού που ενσωματώνεται στα φυτά
Γκρί	Η ποσότητα του νερού που απαιτείται για την αφομοίωση των ρύπων ώστε να πληρούνται συγκεκριμένα πρότυπα ποιότητας νερού.	$WF_{proc,gray} = L / (C_{max} - C_{nat})$ <u>Όπου:</u> L: η ποσότητα του μολυσμένου νερού που διοχετεύεται σε ένα υδάτινο πόρο C_{max} : η μέγιστη αποδεκτή συγκέντρωση της ουσίας στον υδάτινο πόρο C_{nat} : η υπάρχουσα συγκέντρωση της ουσίας στον υδάτινο πόρο

Πίνακας 7: Ορισμοί και τρόποι υπολογισμού για τις διαφορετικές κατηγορίες υδατικού αποτυπώματος

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε για τη διερεύνηση του υδατικού αποτυπώματος στις ΗΠΑ υπολογίστηκε ότι η καλλιέργεια των ψυχανθών αντιστοιχεί σε ανάγκες άρδευσης $0,79 \text{ m}^3/\text{kg}$ προϊόντος για τις περιοχές που έχρηζαν άρδευσης ενώ η μέση παραγωγικότητα των καλλιεργούμενων στρεμμάτων αφορούσε τα $280 \text{ kg}/\text{στρέμμα}$ (Gustafson, 2017). Από την άλλη πλευρά, στην ίδια έρευνα ελέγχθηκαν

αγροί οι οποίοι δεν αρδεύονταν. Τα αποτελέσματα τους ήταν εξίσου ενθαρρυντικά καθώς η μέση παραγωγικότητα τους ήταν 200 kg/στρέμμα χωρίς να έχουν χρησιμοποιηθεί φυσικούς υδατικούς πόρους και χωρίς να έχει ξοδευτεί ενέργεια για τα συστήματα άρδευσης. Επιπλέον, στη σύγκριση που γίνεται εντός της έρευνας μεταξύ ψυχανθών και σόγιας προκύπτει ότι η παραγωγή σόγια απαιτεί επιπλέον 30% περισσότερο νερό για κάθε κιλό παραγόμενου προϊόντος.

Οι Ding et al. (2018) μελέτησαν τις επιπτώσεις χρήσης νερού στις καλλιέργειες σιτηρών και ψυχανθών στην περιοχή του Καναδά προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα: 1) η καλλιέργεια σιταριού και κριθαριού είχαν τις μεγαλύτερες παραγωγές ανά στρέμμα, 2) παρουσίαζαν τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα χρήσης νερού για το συνολικό παραγόμενο βάρος, 3) οι καλλιέργειες φακής και ρεβιθιού είχαν ικανοποιητικές αποδόσεις ακόμη και σε συνθήκες έλλειψης νερού (μη αρδευόμενοι αγροί) 4) τα καλλιεργούμενα ψυχανθή είχαν καλύτερη απόδοση στη χρήση νερού σε ό,τι αφορά την παραγωγή πρωτεϊνών. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι η καλλιέργεια των ψυχανθών είχε τη μικρότερη ανάγκη σε εισροές λίπανσης και άρδευσης, ενώ από την παρούσα έρευνα ως πιο αντι-οικολογική καλλιέργεια κρίθηκε η παραγωγή ηλίανθου εξαιτίας του μεγάλου ποσοστού εξατμισοδιαπνοής.

Σε ένα επόμενο βήμα από τη συλλογιστική του παρόντος κεφάλαιο έρχεται μια έρευνα από μια ομάδα Φινλανδών επιστημών (Sandström, Lehtikoinen, & Peltonen-Sainio, 2018), που μελέτησαν ένα σενάριο με βάση το οποίο θα αντικαθιστούσαν τις κυριότερες εισαγωγές του σε φυτικά προϊόντα όπως ρύζι (άμυλο), σόγια (πρωτεΐνη) και ελαιοκράμβης (ενεργειακό φυτό) με τοπικά παραγόμενα προϊόντα όπως κριθαριού και βρόμης (σιτηρά ανθεκτικά σε χαμηλές θερμοκρασίες), ψυχανθή προς αντικατάσταση σόγιας με στόχο να μειωθούν οι εισροές του εικονικού νερού των εισαγωγών, δηλαδή του νερού που έχει χρησιμοποιηθεί σε κάποια άλλη περιοχή για την παραγωγή των συγκεκριμένων προϊόντων και αναπόφευκτα εισάγεται και αυτό. Το σενάριο καταλήγει στο συμπέρασμα ότι θα μπορούσε να μειωθεί κατά 16% το μπλέ αποτύπωμα και κατά 30% το πράσινο αποτύπωμα νερού.

Αν και υπάρχουν αρκετές ανώνυμες πηγές που μιλούν για τη σημαντικότητα των ψυχανθών έναντι της σόγιας, εντούτοις τα δημοσιευμένα άρθρα τα οποία αναφέρουν συγκεκριμένες ποσότητες νερού είναι ελάχιστα και αφορούν την προηγούμενη

δεκαετία. Από αυτή τη σκοπιά, καταγράφεται η δυσκολία καταγραφής και αποτύπωσης μιας κατάστασης με τρόπο τέτοιο που να είναι έγκυρος και διαθέσιμος προς όλους

8.2 Ανθρακικό αποτύπωμα

Τα στοιχεία του IPCC (2014) δηλώνουν ότι το κύριο μέρος του ανθρακικού αποτυπώματος προέρχεται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανσης καθώς και την γεωργία, σε ποσοστά 25 και 24% αντίστοιχα. Ακολουθεί ο τομέας της βιομηχανίας με 21% συνεισφορά στο συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα και οι μεταφορές με 24%. Ο FAO (2014) υποστηρίζει ότι το 56% των εκπομπών που προέρχονται από το χώρο της γεωργίας αφορούν κυρίως τις πεπτικές διεργασίες των ζώων καθώς και τις κοπριές που δεν διαχειρίζονται άμεσα. Το πιο ανησυχητικό στοιχείο είναι ότι από 1961-2011 η εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα για τον τομέα της γεωπονίας είχαν δραματική αύξηση από 2,7 σε 5,3 δισεκατομμύρια τόνους CO₂eq, υπήρξε δηλαδή υπερδιπλασιασμός.

Σύμφωνα με τους Wiedmann & Minx (2007) ως ανθρακικό αποτύπωμα ορίζεται ως:

Μια συγκεκριμένη ποσότητα αερίων που αφορούν την κλιματική αλλαγή (π.χ διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο κ.α) και είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ανθρώπινη κατανάλωση ή δραστηριότητα.

Σύμφωνα με μια μεγάλη εταιρεία στο χώρο μελέτης του ανθρακικού αποτυπώματος, την Carbon Trust (2018), ως ανθρακικό αποτύπωμα ορίζεται:

Το ανθρακικό αποτύπωμα περιλαμβάνει τα 6 αέρια του θερμοκηπίου όπως αυτά περιγράφηκαν από τη συνθήκη του Κιότο (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, οξείδιο του αζώτου, υδροχλωροφθοράνθρακες, υπερφθοράνθρακες και εξαφθορειούχο θείο). Το ισοδύναμο του διοξειδίου του άνθρακα CO₂eq χρησιμοποιείται ως μονάδα σύγκρισης, έχοντας ως βάση την μια μονάδα διοξειδίου του άνθρακα. Το αποτύπωμα άνθρακα θα πρέπει να υπολογίζεται σε ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα (tCO₂eq).

Γενικότερα όμως στην βιβλιογραφία παρατηρείται μια σύγχυση σχετικά με τον ορισμό του ανθρακικού αποτυπώματος, καθώς αυτός ποικίλει ανάλογα με τις αντιλήψεις των ερευνητών από έρευνα σε έρευνα. Για παράδειγμα, ως ανθρακικό αποτύπωμα μελετώνται μόνο οι ροές διοξειδίου του άνθρακα αμελώντας τους υπόλοιπους τύπους

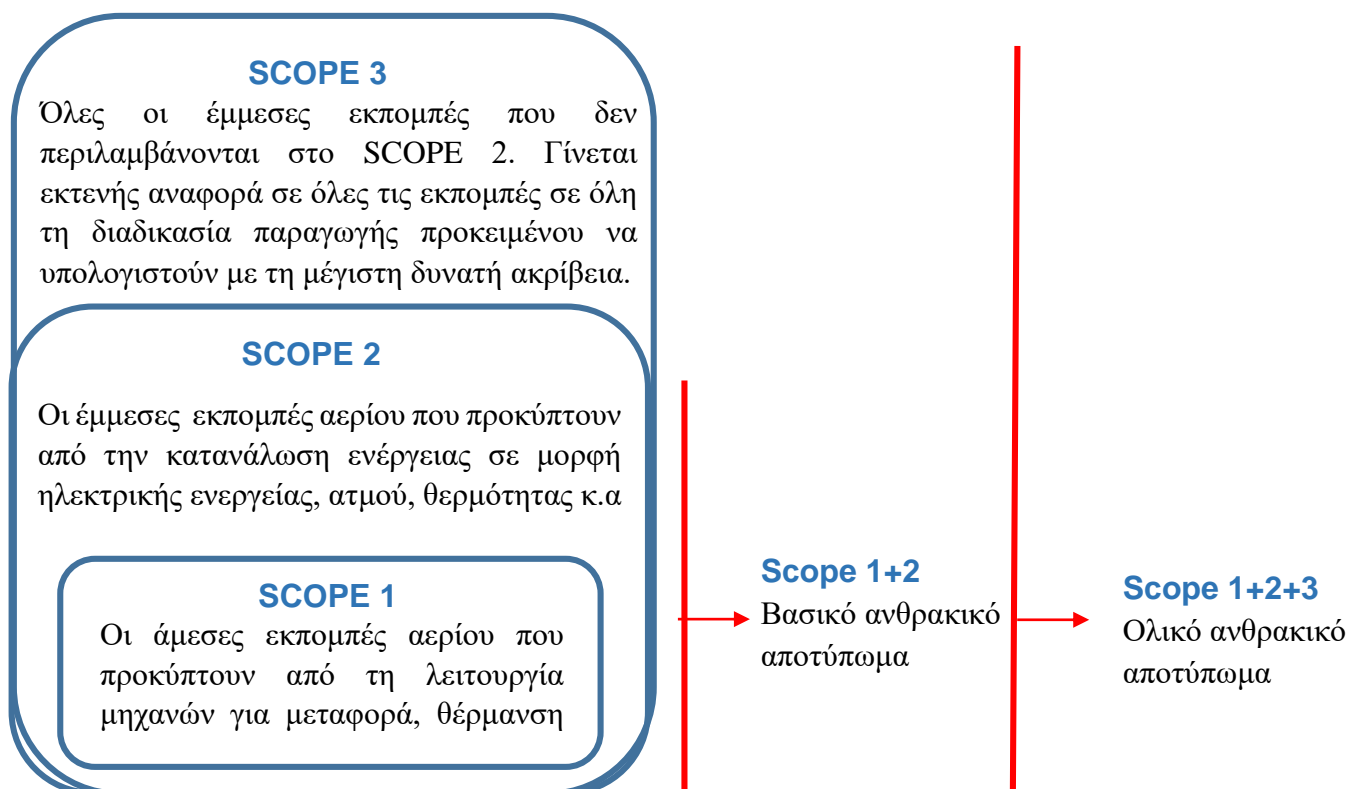
αερίων, που πιθανότατα να έχουν μεγαλύτερη περιβαλλοντική σημασία (Wright, Kemp, & Williams, 2011). Συμπερασματικά στο άρθρο τους αναφέρουν για τον ορισμό του ανθρακικού αποτυπώματος:

Η συνολική ποσότητα εκπομπών CO₂ και CH₄ ενός συγκεκριμένου πληθυσμού, συστήματος ή δραστηριότητας, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις σχετικές πηγές, στο χωρικό και χρονικό όριο του πληθυσμού, του συστήματος ή της δραστηριότητας ενδιαφέροντος. Υπολογίζεται ως CO₂eq χρησιμοποιώντας το σχετικό 100ετές δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη (GWP100).

Αν και σε αυτόν τον ορισμό παρατηρείται έλλειψη των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου, οι συγγραφείς σχολιάζουν πως αυτά είναι που έχουν τη μεγαλύτερη βαρύτητα και μπορούν να μετρηθούν με μεγάλη ακρίβεια.

Τρόποι υπολογισμού

Σύμφωνα με το Greenhouse Gas Protocol υπάρχουν 3 επίπεδα μέτρησης (Scopes) του ανθρακικού αποτυπώματος ανάλογα με την μέτρηση που λαμβάνεται κάθε φορά (WRI & WBCSD, 2004):



Σχήμα 1: Απεικόνιση επιπέδων - υπολογισμού ανθρακικού αποτυπώματος

Τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος μπορεί να υπολογιστούν είτε άμεσα, δηλαδή με μετρήσεις πεδίου από ανιχνευτές στο σημείο εξαγωγής του αερίου προς το περιβάλλον, είτε έμμεσα με βάση την κατανάλωση ενέργειας και την χρήση δεικτών που υπάρχουν στην βιβλιογραφία. Αξίζει να αναφερθεί ότι στο επίσημο του οργανισμού υπάρχουν διαθέσιμα λογιστικά φύλλα που κατευθύνουν την έρευνα, προτείνοντας στον ερευνητή τα στοιχεία που θα πρέπει να συλλέξει αλλά και ορισμένους δείκτες που θα του φανούν χρήσιμοι για τις μετατροπές (Greenhouse Gas Protocol, 2017).

Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο παρέχει και τύπους υπολογισμού για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προκύπτουν από την κατανάλωση καυσίμου.

$$E = A_{f,v} * F_{c,v} * F_{ox} * (44/12)$$

Όπου:

E = Συνολικές εκπομπές CO₂ (ανάλογα τις μονάδες που εισάγονται, συνήθως τόνοι)

$A_{f,v}$ = Κατανάλωση καυσίμου (π.χ, L, γαλόνια, m³)

$F_{c,v}$ = Περιεχόμενος άνθρακας ανά λίτρο καυσίμου (π.χ άνθρακας/L ή άνθρακας/m³)

F_{ox} = Αναλογία καυσίμου προς στάχτη που παραμένει

$(44/12)$ = Η αναλογία του μοριακού βάρους του CO₂ με αυτό του άνθρακα

Βέβαια κάθε μελέτη περίπτωσης είναι ξεχωριστή και για αυτό πρέπει να γίνει συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ο καταλληλότερος τύπος ή μοντέλο. Το παραπάνω πρωτόκολλο διαχωρίζει την ανάλυση του ανθρακικού αποτυπώματος σε μονοτομεακές π.χ μόνο στον αγροτικό τομέα καθώς και διατομεακές αναλύσεις που περιλαμβάνουν παραπάνω από ένα τομέα π.χ ολόκληρη την αλυσίδα παραγωγής και διάθεσης ενός προϊόντος. Ανάλογα με τον κάθε τομέα έχουν προκύψει τα ανάλογα πρότυπα διερεύνησης ανθρακικού αποτυπώματος, όπως η προσέγγιση SANGA (Nordrum, Loreti, McMahon, & Ritter, 2004) που χρησιμοποιείται για την διερεύνηση του ανθρακικού αποτυπώματος που προκύπτει από την βιομηχανία πετρελαίου.

Αντίστοιχα για τον αγροτικό τομέα και ιδιαίτερα για την ζωική παραγωγή έχει προκύψει το πρόγραμμα GLEAM(FAO, 2018). Εισάγοντας δεδομένα για το είδος του ζώου, την φυλή το σιτηρέσιο τη κατανομή του κοπαδιού κ.α, έχει την ικανότητα να υπολογίζει τις εκπομπές μεθανίου, διοξειδίου του άνθρακα και οξειδίου του νατρίου, υπολογίζοντας έτσι το μεγαλύτερο τμήμα του βασικού ανθρακικού αποτυπώματος όπως αυτό παρουσιάστηκε. Ιδιαίτερα μεγάλο ενδιαφέρον συγκεντρώνεται γύρω από το βόειο κρέας (Boddey, Cardoso, & Alves, 2016; Desjardins et al., 2012; Ruviaro, De Léis, Lampert, Barcellos, & Dewes, 2015) λόγω των μεγάλων ποσοτήτων που παράγονται κατά τη διαδικασία της πέψης, κυρίως μεθάνιο. Αν αυτό συνδυαστεί με τη συγκέντρωση υψηλού αριθμού ζώων σε εντατικοποιημένες μονάδες μαζί με την παροχή τροφών με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, τότε προκύπτει ένα αρκετά μεγάλο ανθρακικό αποτύπωμα τόσο για τις περιοχές παραγωγής όσο και για τους τελικούς καταναλωτές του προϊόντος.

8.3 Ανάλυση κύκλου ζωής – Life Cycle Assessment (LCA)

Η ανάλυση κύκλου ζωής – Life Cycle Assessment (LCA) είναι μια μεθοδολογία που αξιολογεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός προϊόντος από τα αρχικά στάδια παραγωγής του μέχρι την τελική κατανάλωση ενός προϊόντος και την τελική τύχη της συσκευασίας στο περιβάλλον. Σημαντικό στην ανάλυση κύκλου ζωής είναι να οριστεί εξ' αρχής η λειτουργική μονάδα, δηλαδή η ποσότητα του προϊόντος που μελετάται κάθε φορά με ή χωρίς τη συσκευασία. Μέσα από το πρίσμα της συγκεκριμένης ανάλυσης αρκετοί ερευνητές έχουν προσπαθήσει να αναλύσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την καλλιέργεια ψυχανθών συγκριτικά με άλλες μεγάλες ομάδες καλλιεργειών όπως είναι τα σιτηρά αλλά και τις διαφορές που προκύπτουν μεταξύ των φυτικών ειδών που ανήκουν στην οικογένεια των ψυχανθών.

Η ανάλυση του κύκλου ζωής για τον προσδιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου συμπεριλαμβάνει δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Η πρώτη προσέγγιση γίνεται από κάτω προς τα πάνω (bottom-up) και ονομάζεται Ανάλυση της Διαδικασίας. Η προσέγγιση αυτή είναι ιδανική για μικρές οντότητες. Υπολογίζει τις

πηγές εκπομπής σε μικρότερες κατηγορίες, μιας και γίνεται πιο εύκολη η ποσοτικοποίηση και αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για να προσδιοριστεί ο τομέας ο οποίος χρειάζεται βελτίωση (Green Design Initiative, 2016). Η δεύτερη προσέγγιση γίνεται από πάνω προς τα κάτω (top-down) και ονομάζεται Ανάλυση Εισροών-Εκροών. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στο οικονομικό μοντέλο εισροών-εκροών, το οποίο περιλαμβάνει πλέον και περιβαλλοντικές μεταβλητές, έτσι ώστε να μπορεί να υπολογιστεί το ανθρακικό αποτύπωμα. Η μέθοδος αυτή είναι κατά βάση μαθηματική και υπολογίζεται με τη μορφή μήτρας, η οποία έχει την εξής μορφή:

$$x = (I + A + A^2 + A^3 + \dots) \text{ και } y = (I - A)^{-1} y,$$

όπου I η μοναδιαία μήτρα, y οι επιθυμητές εκροές και A οι αλυσίδες εφοδιασμού για την παραγωγή των y . Σαν όριο, είναι δυνατόν να τεθεί το οικονομικό σύστημα στο σύνολό του (Pandey, Agrawal, & Pandey, 2011). Η Ανάλυση Εισροών-Εκροών χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για εκπομπές αερίων που σχετίζονται με εισαγωγές και εξαγωγές και χαρακτηρίζεται ως «πολυπεριφερειακή ανάλυση εισροών-εκροών» (Green Design Initiative, 2016).

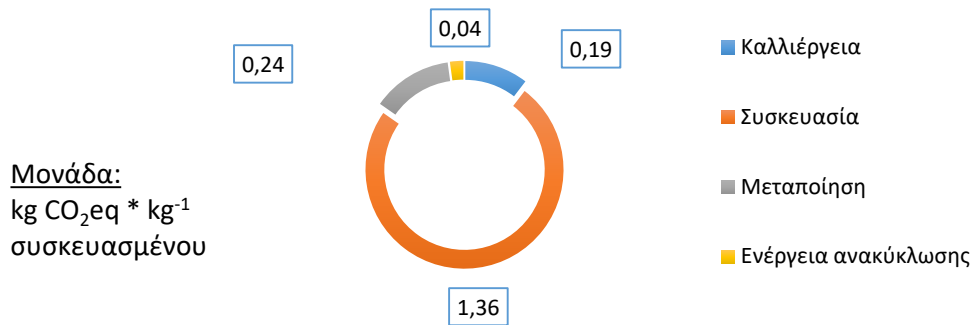
Ειδικά για τα γαλακτοκομικά προϊόντα φαίνεται πως υπάρχουν αρκετές και διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις από φορείς ανά τον κόσμο προκειμένου να αναλυθούν οι περιβαλλοντικές του επιπτώσεις. Ενδεικτικά αναφέρονται οι φορείς:

- International Dairy Federation
- The International EPD System
- The Sustainability Consortium
- Quebec Dairy Council

Το κάθε ένα από τα παραπάνω πρωτόκολλα παρουσιάζουν διαφορές ως προς τη λειτουργική μονάδα που εξετάζει το καθένα αλλά και ως προς το σύνολο των εξεταζόμενων περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Για παράδειγμα το πρωτόκολλο του International Dairy Federation (IDF) θεωρεί ως λειτουργική μονάδα το 1kg γάλακτος όταν αυτό είναι έτοιμο προς διάθεση από τη φάρμα ενώ το EPD θεωρεί ως λειτουργική μονάδα το 1kg γάλα συμπεριλαμβανόμενης και της συσκευασίας. Η ενσωμάτωση της συσκευασίας ή μη στην παραπάνω ανάλυση παρουσιάζει ιδιαίτερη σημαντικότητα. Η ερευνητική ομάδα των Del Borghi et al. (2018) μελέτησαν την επίδραση των συνολικών

περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την παραγωγή έως τη συσκευασία των ψυχανθών που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, αποκαλύπτοντας ότι το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα προέρχεται από τη συσκευασία των συγκεκριμένων προϊόντων που είναι συνήθως συσκευασμένα σε κονσέρβα. (Γράφημα 15).

Αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα ανά στάδιο παραγωγής



Γράφημα 15: Ποσότητες που εκλύονται κατά τη διαδικασία παραγωγής μαγειρεμένων φασολιών για κονσερβοποίηση, Πηγή: Del Borghi et al. (2018)

Όπως αποτυπώνεται και οπτικά, η συσκευασία συμμετέχει στο 83% των εκπομπών CO₂eq στην παρούσα παραγωγική διαδικασία. Η συγκεκριμένη έρευνα προτείνει τη μεταστροφή σε εναλλακτικές συσκευασίες τύπου PET ή συμπιεσμένου χάρτου ώστε να μειωθεί το συνολικό αποτύπωμα της διαδικασίας.

Αναφορικά με τις περιβαλλοντικές διαστάσεις το IDF παρουσιάζει λιγότερες απαιτήσεις συγκριτικά με τα υπόλοιπα πρωτόκολλα. Σε μια προσπάθεια συνένωσης των παραπάνω πρωτοκόλλων η ΕΕ έχει δημιουργήσει μια κοινή βάση δεδομένων (Product Environmental Footprint Category Rules) για μια σειρά προϊόντων γαλακτοκομικών και μη, μέσα από την οποία στοχεύει α) να εξαλείψει τις διαφορές στις διαφορετικές μεθόδους αποτίμησης, καθώς και β) να δημιουργήσει μια ανοιχτή βάση δεδομένων που θα περιέχει χρήσιμα στοιχεία για την ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κάθε προϊόντος (Green Design Initiative, 2016)

Από έρευνα που διενεργήθηκε σε 5 διαφορετικές χώρες της Ευρωπαϊκής ηπείρου με τη χρήση της LCA προκειμένου να διερευνηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγικής διαδικασίας ψυχανθών και σιτηρών, προέκυψε ότι η μέση τιμή για τη παραγωγή ψυχανθών ήταν 370 kg CO₂eq ανά τόνο παραγόμενης πρωτεΐνης συγκριτικά με τη μέση τιμή του σιταριού που ήταν 439 kg CO₂eq ανά τόνο (Knudsen et al., 2014).

Αξίζει να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη έρευνα υπολόγισε την συνολική παραγωγή ισοδύναμων αερίων CO₂ και για την καλλιέργεια της σόγιας όπου ο μέσος όρος ήταν 548 kg CO₂eq/ t πρωτεΐνης. Έχοντας λοιπόν ως βάση την καλλιέργεια των ψυχανθών η συγκεκριμένη έρευνα υποστηρίζει ότι οι καλλιέργειες σιτηρών παράγουν κατά 16% περισσότερο CO₂eq ενώ η καλλιέργεια της σόγιας 32% παραπάνω CO₂eq συγκριτικά με το μέσο όρο των ψυχανθών.

9 Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων- (DEA)

Για την αποτίμηση του βαθμού παραγωγικότητας του πρωτογενή τομέα στην παγκόσμια βιβλιογραφία εμφανίζεται σειρά μαθηματικών και οικονομετρικών μοντέλων. Ως μοντέλο ορίζεται η απλοποίηση ενός πραγματικού συστήματος εκφρασμένο με μαθηματικούς όρους με στόχο να διευκολυνθεί η κατανόηση του προκειμένου να μπορέσουν να γίνουν οι ανάλογες προβλέψεις για τον έλεγχο του συστήματος άλλα και οι ανάλογες διορθωτικές ενέργειες για αύξηση της παραγωγικότητας. Στις επόμενες υπο-ενότητες παρουσιάζονται τα βασικότερα μοντέλα που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως για την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας στους διάφορους τομείς.

Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων – (Data Envelopment Analysis -DEA) εστιάζει στη μέτρηση της παραγωγικότητας των ίδιων και συγκρίσιμων τιμών ή ομάδων που μπορούν να οριστούν ως μονάδες λήψης αποφάσεων (DMU). Η πρώτη προσπάθεια για αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των DMUs πραγματοποιήθηκε από το Farrell το 1957 (Farrell, 1957). Με βάση το έργο του, οι Charnes, Cooper και Rhodes εισάγουν μια νεότερη μέθοδο αξιολόγησης για διαφορετικά DMUs με πολλαπλές εισόδους και εξόδους (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978). Πιο συγκεκριμένα, η DEA είναι μια μη παραμετρική μέθοδος, που χρησιμοποιεί τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των DMUs, ενώ οι αναλύσεις των αποτελεσμάτων γίνονται κυρίως με τη χρήση του προγράμματος DEAP. Ως αποτελεσματικότητα ορίζεται ο λόγος των εκροών προς τις εισροές. Ο όρος «αποτελεσματικότητα» μπορεί να οριστεί σε τρία διαφορετικά επίπεδα:

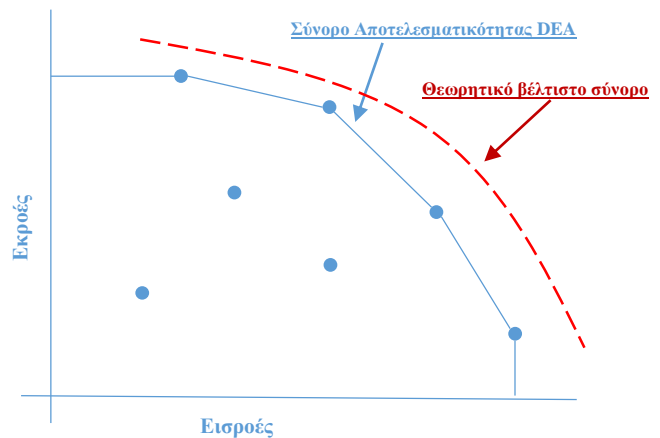
Τεχνική αποδοτικότητα Technical efficiency (TEi)	Απαιτούνται μόνο ποσοτικά δεδομένα ενώ δεν εξετάζονται οι τιμές.
Αναδιανεμητική αποδοτικότητα Allocative efficiency (AEi)	Εξετάζονται επιπλέον και οι τιμές.

Συνολική αποδοτικότητα
Overall efficiency (OEi)

Εξετάζεται επιπλέον και η σχέση μεταξύ
τεχνικής και αναδιανεμητικής αποδοτικότητας
 $OE_i = TE_i * AE_i$

Πίνακας 8: Διαφορετικά επίπεδα διερεύνησης αποτελεσματικότητας με τη χρήση της ανάλυσης DEA, Πηγή: (Banker, Charnes, & Cooper, 1984)

Αφού εντοπιστούν τα πιο ανταγωνιστικά DMUs με τη βοήθεια του προγράμματος, θεωρούνται ως «βάση» και μπορεί να κατασκευαστεί ένα σύνορο αποτελεσματικότητας (effective frontier), το οποίο διαχωρίζει τα αποτελεσματικά από τα μη αποτελεσματικά DMUs. Προκειμένου να ολοκληρωθεί επιτυχώς η συγκεκριμένη ανάλυση θα πρέπει το συνολικό πρόβλημα που τίθεται



Εικόνα 6: Σχηματική απεικόνιση βασικών αρχών DEA

κάθε φορά να λύνεται και προς τις δυο κατευθύνσεις, είτε ελαχιστοποιώντας τις εισροές (input-oriented) είτε μεγιστοποιώντας τις εξόδους (output-oriented), προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η συνολική αποτελεσματικότητα κάθε φορά. Επίσης, μπορούν να γίνουν εκτιμήσεις για την αύξηση των επιδόσεων των ήδη αποτελεσματικών DMUs ή να μετρηθεί η αποτελεσματικότητα των λιγότερο αποτελεσματικών DMUs, τα οποία έχουν το υψηλότερο δυναμικό βελτίωσης (Worst Practise DEA) (Paradi, Asmild και Simak, 2004). Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1, ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ότι τα DMUs δεν συγκρίνονται με το θεωρητικό βέλτιστο αλλά το σύνορο αποτελεσματικότητας προκύπτει από την ανάλυση της αποτελεσματικότητας των υφιστάμενων DMUs, γεγονός που επιτρέπει στη μέθοδο να μπορεί να δώσει ρεαλιστικές λύσεις για την αύξηση της αποτελεσματικότητας.

Αν και έχουν περάσει πάνω από 60 έτη από τη σύλληψη της συγκεκριμένης ανάλυσης, αποδεικνύεται η αναμφισβήτητη χρησιμότητα της μέσα από τη χρήση της στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διάφορων τομέων παραγωγής της

οικονομίας, ακόμη και σήμερα (Cooper, Seiford και Zhu, 2011). Οι τράπεζες χρησιμοποιούν την DEA σε μεγάλο βαθμό ως χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση, την παρακολούθηση και την ανάπτυξη των επιδόσεων των μετοχών και των επιχειρήσεων (Thanassoulis, 1999). Ένας άλλος τομέας στον οποίο χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο η DEA είναι η εφοδιαστική αλυσίδα (Cullinane, Wang, Song, & Ji, 2006), ενώ εφαρμογή βρίσκει και στη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των ενεργειακών εγκαταστάσεων (Liu, Lin και Lewis, 2010; Hosseini και Hasanpour, 2011). Επιπλέον, η DEA χρησιμοποιείται για να υποδείξει ορισμένα σημεία μεγιστοποίησης της απόδοσης των διαφόρων σταδίων παραγωγής των βιομηχανιών (Baran, Wysokinski, Stas, Samolejova, & Lenort, 2016).

Ενώ η DEA έχει χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας σειράς παραγωγικών κλάδων της οικονομίας, η χρήση της στον τομέα της αγροτικής οικονομίας είναι σχετικά πρόσφατη. Πολλές μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει τη DEA στον γεωργικό τομέα χρησιμοποιώντας μια πληθώρα διαφορετικών εισροών και αποτελεσμάτων τόσο για τις αξιολογήσεις εκμεταλλεύσεων φυτικής (Niavis, Tamvakis, Manos, & Vlontzos, 2018) όσο και ζωικής παραγωγής (Heinrichs et al., 2013). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο επιλογής του πιο αποτελεσματικού προμηθευτή σύμφωνα με ορισμένα κριτήρια (π.χ. φιλικότητα προς το περιβάλλον) (Shi, Yan, Shi, & Ke, 2015). Η έρευνα των Zhou *et al.* (2018) καταλήγει στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν ελάχιστες έρευνες που συνδυάζουν τη DEA με τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά, αποδεικνύοντας ότι η παραγωγή αγροτικών προϊόντων πρέπει να έχει μια ολιστική προσέγγιση.

Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (ΠΑΔ) δύο σταδίων αποτελεί μετεξέλιξη της προαναφερθείσας ανάλυσης. Χρησιμοποιείται για να μελετήσει ένα σύστημα το οποίο αποτελείται από παραπάνω από μια παραγωγικές διαδικασίες. Για παράδειγμα, οι (Kelly, Shalloo, Geary, Kinsella, & Wallace, 2012) χρησιμοποίησαν DEA δύο σταδίων για τη συνολική αποτίμηση παραγωγικότητας σε μονάδες παραγωγής αγελαδινού γάλακτος. Το πρώτο στάδιο αφορούσε τη χρήση εισροών για την παραγωγή των ζωοτροφών, ενώ το δεύτερο στάδιο ήταν η αποτελεσματικότητα των τροφών αυτών προς την παραγωγή γάλακτος. Προβλήματα ανακύπτουν σε ορισμένες περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται διαφορετικές προσεγγίσεις μεταξύ του πρώτου και το δεύτερου

μοντέλου, όταν το πρώτο μοντέλο έχει ως στόχο τη μεγιστοποίηση των εκροών ενώ το δεύτερο την ελαχιστοποίηση των εισροών (Halkos και Tzeremes, 2013). Προκειμένου να επιλυθεί το πρόβλημα αυτό προτείνονται κάποιες ενέργειες μετά την ολοκλήρωση του πρώτου μοντέλου (Chen, Cook, Li, & Zhu, 2009).

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία χρησιμοποιείται ευρύτατα για την εμπειρική εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας, όπου η εκροή της μιας παραγωγικής διαδικασίας γίνεται εισροή της άλλης, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες και η σπατάλη των φυσικών πόρων στην πηγή (Wu, Zhu, Ji, Chu, & Liang, 2016). Όπως αναφέρεται και στο άρθρο των Liu *et al.* (2013) ένα αρκετά μεγάλο μέρος των δημοσιευμένων άρθρων που αφορούν την DEA και τις διάφορες υποκατηγορίες της, αναφέρεται μόνο σε μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Επιπλέον, η DEA δυο σταδίων χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής υπό το πρίσμα των αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης (οικονομία, κοινωνία, περιβάλλον), προκειμένου οι διάφορες επιχειρήσεις να μπορούν να αποδείξουν ότι οι ενέργειες τους συμβάλλουν στην επίτευξη της αειφορίας (Izadikhah και Farzipoor Saen, 2016)

10 Μεθοδολογία

Προκειμένου να διερευνηθεί η πιθανότητα αντικατάστασης του σιτηρεσίου σόγιας στην ελληνική επικράτεια εξετάστηκε μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση η κατάσταση που επικρατεί παγκοσμίως, ευρωπαϊκά και εγχώρια ώστε να αποδοθεί με ακρίβεια η δυναμική της σόγιας και των ψυχανθών στον κλάδο των ζωοτροφών. Επιπλέον, μελετήθηκαν χαρακτηριστικά των ψυχανθών που τα καθιστούν ιδανικά ως καλλιέργεια, υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής συγκριτικά με τη σόγια τόσο από την άποψη της ανθεκτικότητας σε συνθήκες έλλειψης νερού, χαμηλών εισροών και προσαρμοστικότητας στις κατά τόπους καιρικές συνθήκες όσο και από τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που προκύπτει από τη μεταφορά σόγιας στον Ευρωπαϊκό χώρο. Στη συνέχεια διερευνήθηκε η πιθανότητα αντικατάστασης σόγιας στο σιτηρέσιο των παραγωγικών ζώων δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην ποσότητα και στην ποιότητα του αγελαδινού γάλακτος που προκύπτει από την κατανάλωση ψυχανθών αλλά και τυχόν προβλήματα που μπορεί να ανακύψουν. Με γνώμονα λοιπόν τα παραπάνω, σχεδιάστηκε πειραματική μελέτη που αφορούσε 2 στάδια 1)

αξιολόγηση καλλιέργειας ψυχανθών σε τοπικό επίπεδο 2) αποτελέσματα στην ποιότητα και στην ποσότητα του γάλακτος από την αντικατάσταση σόγιας με ψυχανθή στο σιτηρέσιο των αγελάδων

Το πρώτο στάδιο αφορούσε την παραγωγή ψυχανθών στην περιοχή της Θεσσαλίας καθώς έγινε συλλογή στοιχείων με τη χρήση ερωτηματολογίου, το οποίο διανεμήθηκε σε παραγωγούς ψυχανθών (κουκί, λούπινο και μπιζέλι) για να διερευνηθεί ο βαθμός της τεχνικής αποτελεσματικότητας των συγκεκριμένων καλλιεργειών. Πιο συγκεκριμένα, το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από τρία μέρη. Το πρώτο μέρος περιείχε ερωτήσεις σχετικές με τα δημογραφικά στοιχεία των ερωτηθέντων όπως ηλικία, φύλο, αριθμό τέκνων, μορφωτικό επίπεδο. Το δεύτερο μέρος αφορούσε τα χαρακτηριστικά των εκμεταλλεύσεων ψυχανθών ως προς τις εισροές - λιπάσματα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα, ηλεκτρικό ρεύμα, πετρέλαιο, εργασία. Το τρίτο μέρος σχετιζόταν με τις εκροές της κάθε γεωργικής εκμετάλλευσης - το εισόδημα που προκύπτει από την πώληση του προϊόντος μαζί με το ποσό της επιδότησης που λαμβάνει ο παραγωγός. Οι καλλιέργειες στις οποίες έγινε στόχευση ήταν και αυτές με τις οποίες προέκυψε το νέο σιτηρέσιο δηλαδή η καλλιέργεια του κουκιού του λούπινου και του μπιζελιού. Στην έρευνα συμμετείχαν 78 παραγωγοί των παραπάνω καλλιεργειών, προκειμένου αξιολογηθεί η επίδοση των γεωργικών τους εκμεταλλεύσεων σε ό,τι αφορά τη χρήση των εισροών. Οι συνεντεύξεις έλαβαν χώρα με παραγωγούς από το συνεταιρισμό ΘΕΣγη καθώς και μεμονωμένους παραγωγούς από την ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας. Η συλλογή των δεδομένων ξεκίνησε από τις 9 Οκτωβρίου 2019 και ολοκληρώθηκε 26 Νοεμβρίου 2019. Μετά από τη συλλογή των στοιχείων μέσω των ερωτηματολογίων, πραγματοποιήθηκε έλεγχος για την αξιοπιστία των δεδομένων. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η DEA, όπως αυτή περιγράφεται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Σαν εισροές χρησιμοποιήθηκαν οι χρηματικές αξίες των εισροών ενώ σαν εκροές θεωρήθηκαν η ακαθάριστη πρόσοδος σε συνδυασμό με τις επιδοτήσεις. Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν στο Excel 2016 με τη χρήση του πρόσθετου DEA Frontier_XP.

Το δεύτερο στάδιο αποσκοπούσε στη μελέτη των χαρακτηριστικών των ψυχανθών στο σιτηρέσιο των αγελάδων. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε συνεργασία με την Αγελαδοτροφική Τριανταφύλλου (Άνω Βασιλικά Φαρσάλων) μέσω

του προγράμματος CropFeed που εκπονείται με τη συμμετοχή 3 εργαστηρίων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Αγροτικής Οικονομίας και Καταναλωτικής Συμπεριφοράς, Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας, Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας Φυτών) καθώς και τον συνεταιρισμό ΘΕΣγη που εδρεύει στη Λάρισα. Στην πειραματική αυτή μελέτη υπήρξε συμμετοχή 50 αγελάδων. Οι αγελάδες σιτίζονταν ομαδικά, καθώς το καθημερινό σιτηρέσιο διαμοιράζονταν πάνω σε μια ειδική κατασκευή που επιτρέπει την κύλιση αυτού και ονομάζεται ταινία. Σε καθημερινή βάση καταμετρούνταν οι καταναλωμένες ποσότητες σιτηρεσίου (ως το απόβαρο της τροφής που δεν καταναλώθηκε) καθώς και η παραγόμενη ποσότητα γάλακτος. Τα μελετώμενα σιτηρέσια στην αγελαδοτροφική χωρίζονται σε α) κατανάλωση σιτηρεσίου σόγιας β) κατανάλωση ισοπρωτεϊνικού σιτηρεσίου ψυχανθών συγκριτικά με το πρώτο σιτηρέσιο. Το νέο σιτηρέσιο προέκυψε μετά από συνεργασία με κτηνίατρο, με στόχο να εξαλειφθούν προβλήματα που θα προκύπταν από την κατανάλωση του νέου σιτηρεσίου. Οι μετρήσεις άρχισαν να λαμβάνουν χώρα στις 5 Μαρτίου του 2019. Στις 8 Νοεμβρίου πραγματοποιήθηκε σταδιακή μετάβαση από το σιτηρέσιο Α στο σιτηρέσιο Β, για μια περίοδο 15 ημερών έως τις 23 Νοεμβρίου ενώ η περίοδος του Β σιτηρεσίου για την παρούσα διατριβή ολοκληρώνεται στις 23 Δεκεμβρίου.

Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας που αφορά τα συστατικά του σιτηρεσίου σόγιας και το ψυχανθών που αφορούν τις ημερήσιες διατροφικές ανάγκες μιας αγελάδας. Συγκρίνοντας τα 2 σιτηρέσια παρατηρείται ότι παρατηρείται ό,τι η σόγια έχει αντικατασταθεί στο συνολικό ποσοστό του ενώ μείωση παρατηρείται και στη χρήση των προϊόντων καλαμποκιού, μια καλλιέργεια που θεωρείται αρκετά απαιτητική τόσο σε ποσότητες λιπασμάτων όσο και όγκου νερού.

Συστατικά σιτηρεσίου	Σιτηρέσιο Α (Kg)	Σιτηρέσιο Β (Kg)
Καλαμπόκι	5,6	2,2
Κριθάρι	1,2	1
Σογιάλευρο	3,5	0
Κραμβάλευρο	1,5	2,2
Κουκί	0	1
Λούπινο	0	0,6
Ενσίρωμα καλαμποκιού	22	16
Ενσίρωμα μηδικής	0	6
Ενσίρωμα μπιζελιού	0	4
Ενσίρωμα Ξηρό	0	3

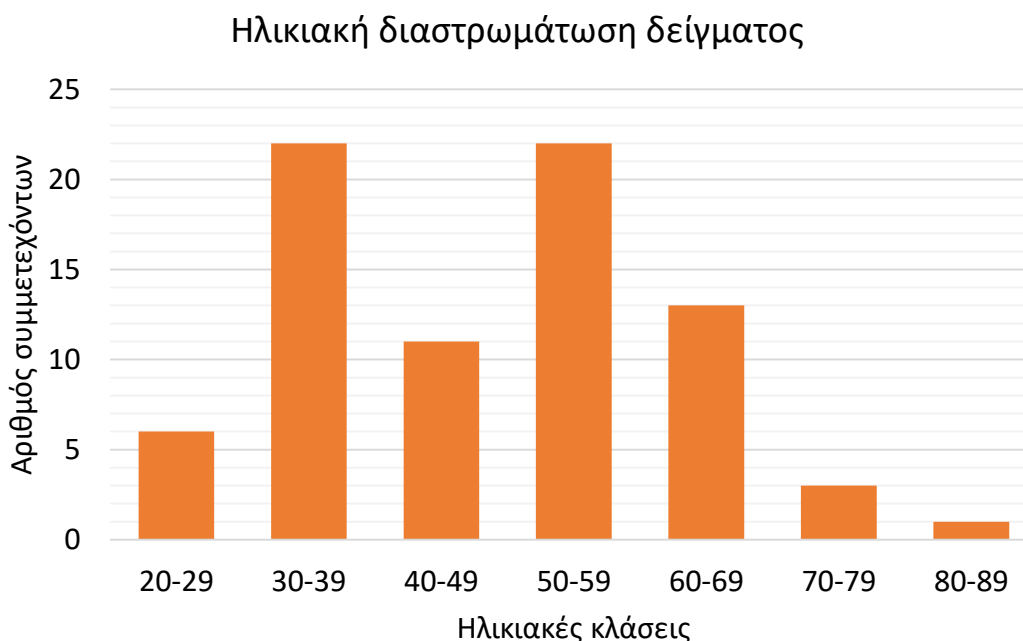
Άχυρα	1,6	2,8
Ισορροπιστής	0,7	0,4
Αλάτι	0,005	0,03
Μελάσσα	2	0
Σύνολο καταναλωμένης ποσότητας	38,1	39,2

Πίνακας 9: Αναλυτικός πίνακας συστατικών σιτηρεσίου α) Σόγιας β) Ψυχανθών, Ιδία στοιχεία

11 Αποτελέσματα-Συζήτηση

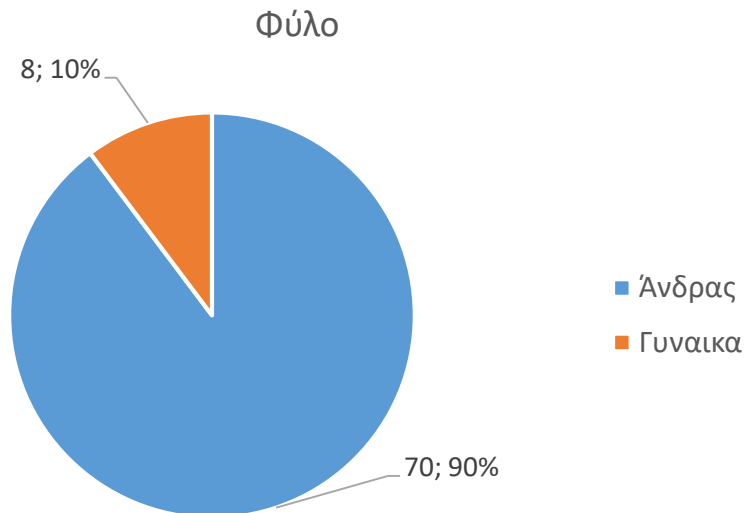
11.1 Ανάλυση δημογραφικών και κοινωνικών γνωρισμάτων του δείγματος

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκε διανομή ερωτηματολογίου προκειμένου να συλλεχθούν τα απαραίτητα στοιχεία που θα μπορέσουν να αξιολογήσουν τις καλλιέργειες τριών ψυχανθών (κουκί, λούπινο μπιζέλι). Το πρώτο τμήμα των αποτελεσμάτων δίνει μια συγκεντρωτική εικόνα για το προφίλ των ερωτηθέντων. Πιο συγκεκριμένα, σε ό,τι αφορά την ηλικιακή διαστρωμάτωση του δείγματος προκύπτει ότι ο μέσος όρος ηλικίας για το σύνολο των συμμετεχόντων υπολογίζεται στα 48,3 έτη, ο μέσος όρος για τους άνδρες ανέρχεται στα 48,4 έτη ενώ για τις γυναίκες στα 44,25 έτη. Οι παραπάνω μέσες ηλικίες είναι αρκετά πιο χαμηλές από το μέσο όρο της χώρας, γεγονός που μπορεί να υποδεικνύει ότι οι συγκεκριμένες καλλιέργειες είναι περισσότερο προτιμητέες από νέους αγρότες χωρίς όμως να μπορούμε να γενικεύσουμε το παραπάνω συμπέρασμα εξαιτίας του μικρού δείγματος.



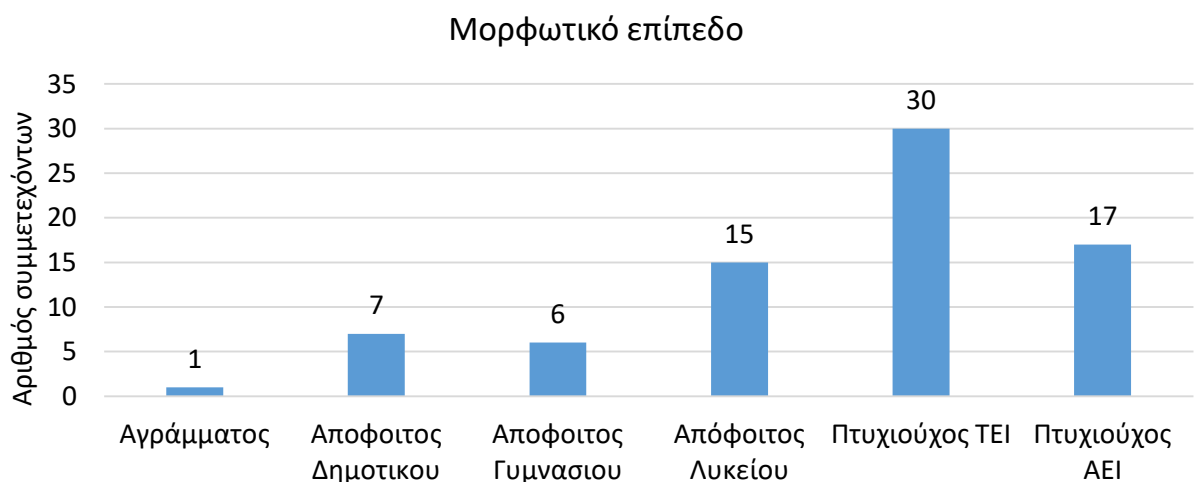
Γράφημα 16: Ηλικιακή διαστρωμάτωση δείγματος, Ιδία επεξεργασία

Αναφορικά με το φύλο των συμμετεχόντων υπάρχει ξεκάθαρη επικράτηση του ανδρικού πληθυσμού με το ποσοστό να αγγίζει το 90%. Θετικό κρίνεται το γεγονός ό,τι ο γυναικείος πληθυσμός εισέρχεται με αργά βήματα στον κλάδο.



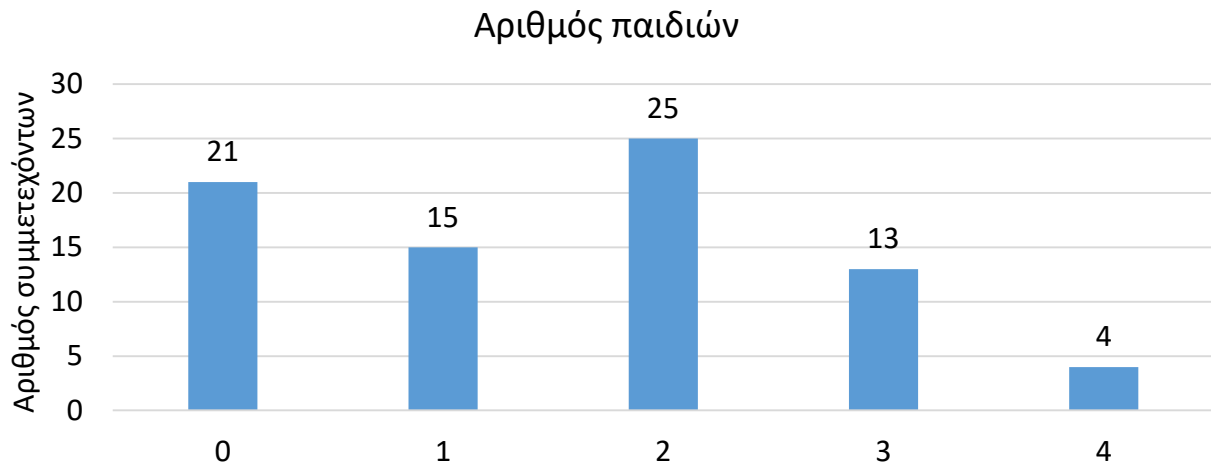
Γράφημα 17: Κατανομή φύλων του δείγματος, Ιδία επεξεργασία

Το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων κρίνεται αρκετά υψηλό αφού το 60% έχει πτυχίο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Τα ποσοστά είναι ιδιαίτερα υψηλά και για τα 2 φύλα.



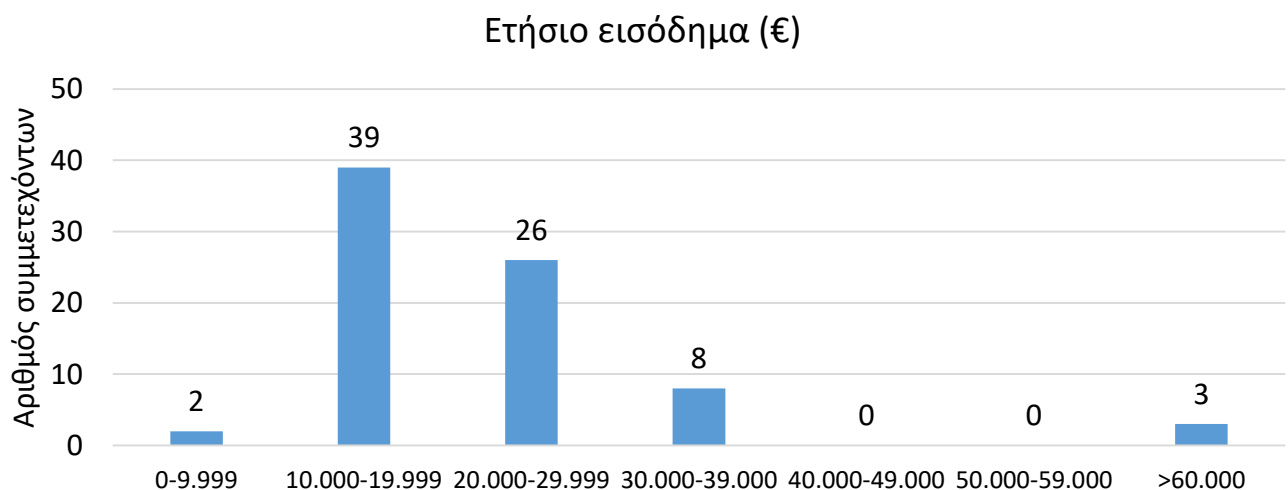
Γράφημα 18: Κατανομή μορφωτικού επιπέδου των συμμετεχόντων, Ιδία επεξεργασία

Ο μέσος όρος των παιδιών που είχαν οι συμμετέχοντες υπολογίστηκε στο 2,1 με το 27% εξ αυτών να μην έχουν κάποιο παιδί. Επιπλέον, το 5% ανήκε σε άτομα τα οποία διατηρούσαν μονογονεϊκή οικογένεια.



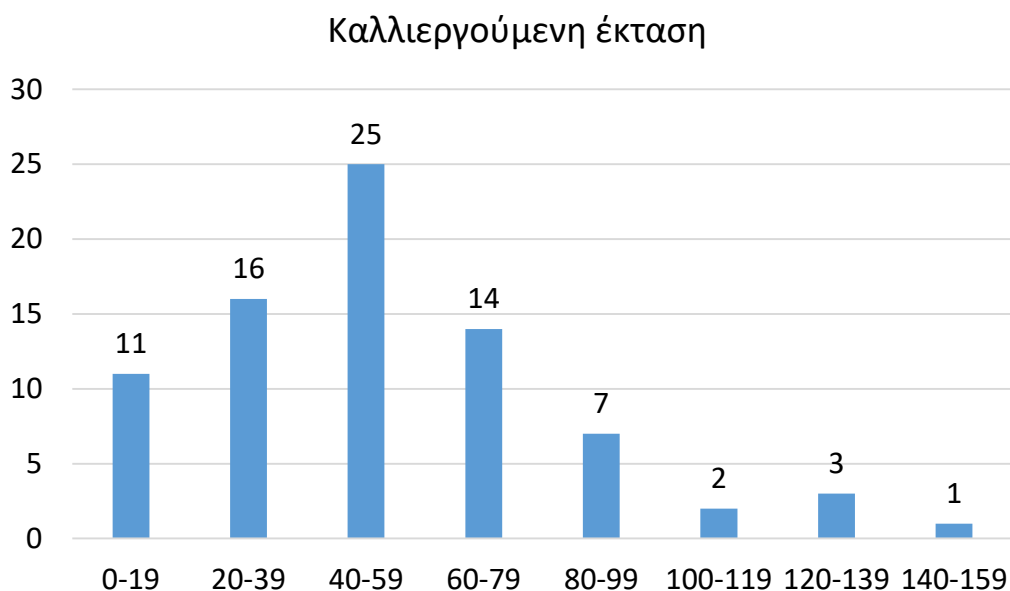
Γράφημα 19: Κατανομή αριθμού παιδιών των συμμετεχόντων, Ιδία επεξεργασία

Το μέσο ετήσιο εισόδημα των παραγωγών που συμμετείχαν ανέρχεται στα 21.194€ ετησίως με το μεγαλύτερο μέρος εξ'αυτών να βρίσκονται μεταξύ των 10.000€ και 20.000€. Πιο συγκεκριμένα, 17 άτομα δήλωσαν εισόδημα που κυμαίνεται από 10.000€-14.999€, 21% του συνολικού δείγματος, ενώ από 15.000€ -19.999€ δήλωσαν 22 άτομα, δηλαδή 28% του συνολικού δείγματος.



Γράφημα 20: Κατανομή ετήσιου εισοδήματος των συμμετεχόντων, Ιδία επεξεργασία

Ο μέσος όρος για την καλλιεργούμενη έκταση ψυχανθών για τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα ανέρχεται σε 51 στρέμματα. Γενικά, όπως παρατηρείται και από το παρακάτω γράφημα το μεγαλύτερο μέρος των εκμεταλλεύσεων είναι αρκετά μικρές αφού το 70% καλλιεργεί έκταση μικρότερη από 60 στρέμματα ενώ ποσοστό μικρότερο από 1% καλλιεργεί έκταση άνω των 100 στρεμμάτων.



Γράφημα 21: Κατανομή καλλιεργούμενης έκτασης ψυχανθών του δείγματος, Ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια, παρατίθεται πίνακας που αφορά το σύνολο των δημογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος

Φύλο				
Άνδρας	70			
Γυναίκα	8			
Ηλικία				
Κλάσεις	Αριθμός	%	Μ.Ο	48,3
	συμμετεχόντων			
20-29	6	8		
30-39	22	28		
40-49	11	14		
50-59	22	28		
60-69	13	17		
70-79	3	4		
80-89	1	1		
Μορφωτικό επίπεδο				
Αγράμματος	3	4		

Απόφοιτος Δημοτικού	7	9		
Απόφοιτος Γυμνασίου	6	8		
Απόφοιτος Λυκείου	15	19		
Πτυχιούχος ΤΕΙ	30	38		
Πτυχιούχος ΑΕΙ	17	22		
Εισόδημα (€)				
0-9.999	2	3	<u>M.O</u>	21.194
10.000-19.999	39	50		
20.000-29.999	26	33		
30.000-39.000	8	10		
40.000-49.000	0	0		
50.000-59.000	0	0		
≥60.000	3	4		
Αριθμός παιδιών				
0	21	27		
1	15	19		
2	25	32		
3	13	17		
4	4	5		

Πίνακας 10:: Συγκεντρωτικός Πίνακας δημογραφικών χαρακτηριστικών δείγματος, Ιδία στοιχεία

11.2 Αποτελέσματα της Μεθόδου Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (DEA)

Συνεχίζοντας στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας, αυτό δηλαδή που αφορά την ανάλυση των δεδομένων με τη χρήση της μεθόδου DEA χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Σταθερών Αποδόσεων Κλίμακας-Constant Returns to Scale Model (CRS) για την ανάλυση των δειγμάτων 78 παραγωγών.

Αναφορικά με τις εκμεταλλεύσεις του μπιζελίου εξετάστηκαν συνολικά 34 περιπτώσεις. Από αυτές οι 10 κρίθηκαν ως αναποτελεσματικές με βάση τις εισροές που χρησιμοποίησαν (λιπάσματα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα, ηλεκτρικό ρεύμα, πετρέλαιο, εργασία) συγκριτικά με τα τελικά ποσά παραγωγής. Μέτριας αποδοτικότητας κρίθηκαν 16 εκμεταλλεύσεις ενώ ακόμη 4 βαθμολογήθηκαν με πάρα πολύ καλές αξιολογήσεις >0,90. Ιδιαίτερα θετικό είναι το γεγονός ότι 4 από αυτές, κατάφεραν να επιτύχουν τη μέγιστη αποτελεσματικότητα, αναδεικνύοντας την ανάγκη βελτίωσης για τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.

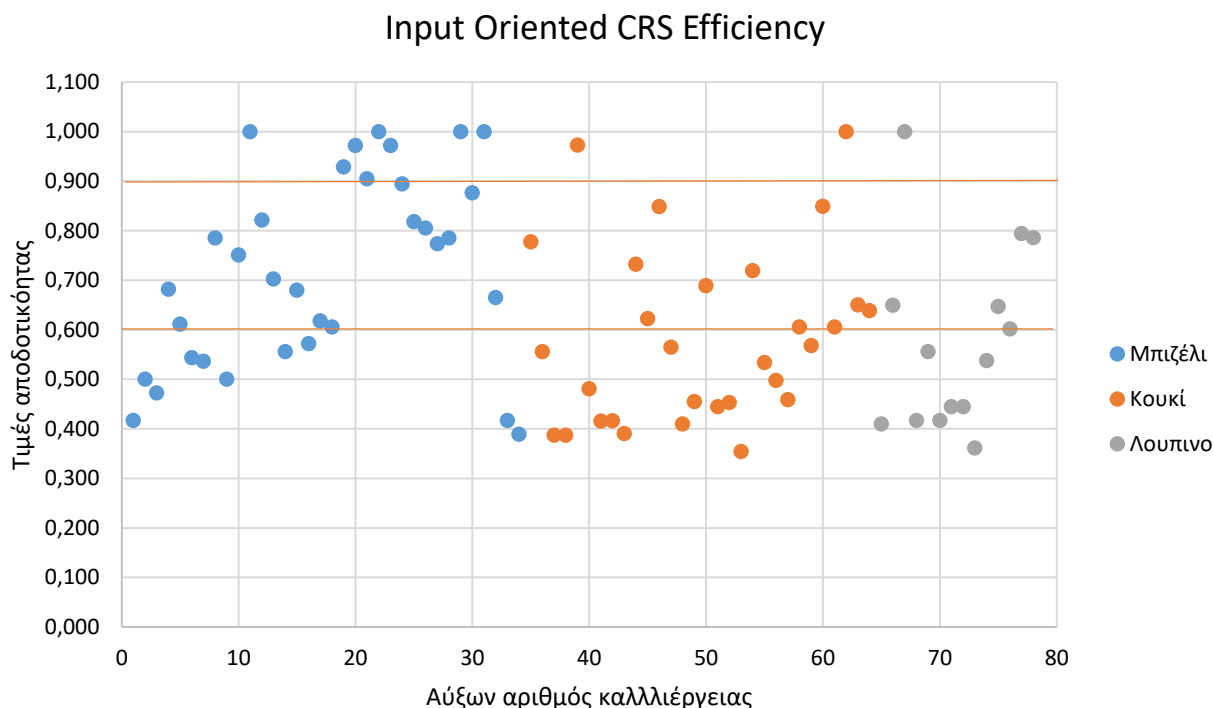
Σε ό,τι αφορά την καλλιέργεια του κουκιού η εικόνα που παρουσιάζεται είναι ελαφρώς χειρότερη από αυτή του κουκιού καθώς σχεδόν το 60% έχει τιμές αξιολόγησης μικρότερες από 0,6, γεγονός που τις καθιστά πλήρως αναποτελεσματικές. Αν αυτό το ποσοστό συνδυαστεί και με τις μετρίως αποδοτικές καλλιέργειες τότε παρατηρείται ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό το οποίο αγγίζει το 93%. Επιπλέον δυο από τις παρατηρήσεις κατάφεραν να αγγίξουν τιμές πάνω 0,97 με τη μια εξ αυτών να πιάνει το μέγιστο επίπεδο αποτελεσματικότητας =1,000.

Η καλλιέργεια του λούπινου ήταν και αυτή που οι εκμεταλλεύσεις ήταν αρκετά δυσεύρετες για αυτό και ο αριθμός του δείγματος είναι περιορισμένος. Σαν κατανομή με βάση τις αξιολογήσεις παρουσιάζει κοινά χαρακτηριστικά με αυτή του κουκιού. Παρατηρείται λοιπόν ότι το μεγαλύτερο μέρος των εκμεταλλεύσεων βρίσκεται στην χαμηλότερη βαθμίδα λαμβάνοντας ως τιμές αξιολόγησης 0,3-0,59, ενώ αντίστοιχα είναι και τα ποσοστά για την επόμενη κλάση (0,6-0,89) όπου συγκεντρώνεται το 37% των εκμεταλλεύσεων που αφορούν την καλλιέργεια του λούπινου. Τέλος και για την καλλιέργεια του λούπινου υπάρχει μια εκμετάλλευση που θεωρείται ως πλήρως αποδοτική.

Καλλιέργεια	Κλάσεις αποτελεσματικότητας	Αριθμός εκμεταλλεύσεων	Μ.Ο Αποτελεσματικότητας
Μπιζέλι N=34	0,3-0,59	10 (29%)	0,490
	0,6-0,89	16 (47%)	0,742
	0,90-0,99	4 (12%)	0,945
	1	4 (12%)	1
Κουκί N=30	0,3-0,59	17 (57%)	0,457
	0,6-0,89	11 (37%)	0,703
	0,90-0,99	1 (3%)	0,972
	1	1 (3%)	1
Λούπινο N=14	0,3-0,59	8 (57%)	0,448
	0,6-0,89	5 (36%)	0,695
	0,90-0,99	0 (0%)	0
	1	1 (7%)	1

Πίνακας 11: Συγκεντρωτικός Πίνακας αποτελεσμάτων αξιολόγησης των καλλιεργειών
α) μπιζέλι β) κουκί γ) λούπινο, Ιδία στοιχεία

Παρακάτω επισυνάπτεται γραφική απεικόνιση των υπό εξέταση εκμεταλλεύσεων με στόχο την ευκολότερη κατανόηση και την οπτικοποίηση των παραπάνω παραγράφων.



Γράφημα 22: Τιμές αποδοτικότητας για τις καλλιέργειες α) μπιζελιού, β) κουκιού γ) λούπινου, ίδια επεξεργασία

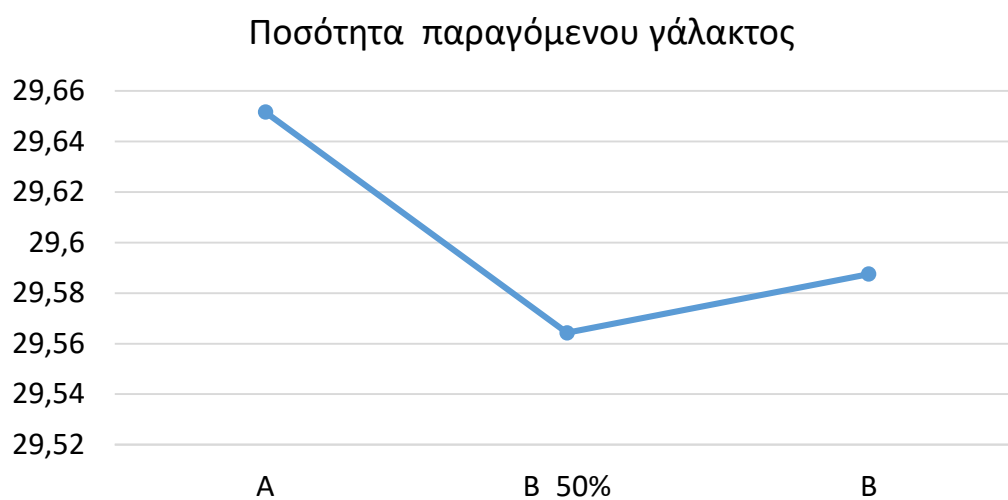
11.3 Ανάλυση αποτελεσμάτων ποσότητας και ποιότητας γάλακτος

11.3.1 Ποσότητα παραγόμενου γάλακτος

Όπως αναφέρθηκε και στο δεύτερο μέρος της μεθοδολογίας, πραγματοποιήθηκε συνεργασία με την Αγελαδοτροφική Τριανταφύλλου με την ένταξη σε πειραματική έρευνα 50 αγελάδων, προκειμένου να εξεταστεί η ποσότητα και η ποιότητα του γάλακτος μετά από την αλλαγή του σιτηρεσίου Α στο Β όπως αυτά περιγράφονται στον Πίνακα 9 στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας.

Για την εκτίμηση των διαφορετικών επιδράσεων του σιτηρεσίου στις αγελάδες συγκεντρώθηκαν συνολικά $n=294$ μετρήσεις. Από αυτές $n_A=248$ μετρήσεις αφορούν το σιτηρέσιο Α (αποκλειστική χρήση σόγιας ως πηγή πρωτεΐνης), $n_{B_50\%}=14$ αφορούν το σιτηρέσιο Β_50% (μείξη σιτηρεσίου Α και Β σε αναλογία 50:50), προκειμένου τα ζώα να μεταβούν ομαλά από την μια κατάσταση στην άλλη, και $n_B=32$ μετρήσεις για το Σιτηρέσιο Β (αποκλειστική χρήση ψυχανθών ως πηγή πρωτεΐνης). Όπως προέκυψε από την επεξεργασία των δεδομένων, παρατηρήθηκε μια μικρή πτώση στην παραγωγή του γάλακτος, μέχρι οι αγελάδες να προσαρμοστούν στο νέο σιτηρέσιο. Ενώ όπως φαίνεται

και από Γράφημα 23 μετά από την περίοδο προσαρμογής η παραγωγή γάλακτος αυξάνεται και πάλι. Το χρονικό διάστημα του ενός μήνα θεωρείται πολύ μικρό στο να προσαρμοστούν οι αγελάδες στο νέο σιτηρέσιο, επομένως θα πρέπει να συλλεχθούν περισσότερα δεδομένα για την αξιολόγηση του νέου σιτηρεσίου. Επιπλέον με τη χρήση του προγράμματος SPSS 26 φαίνεται ότι δεν προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην παραγόμενη ποσότητα γάλακτος αφού το $p\text{-value}=0.935$



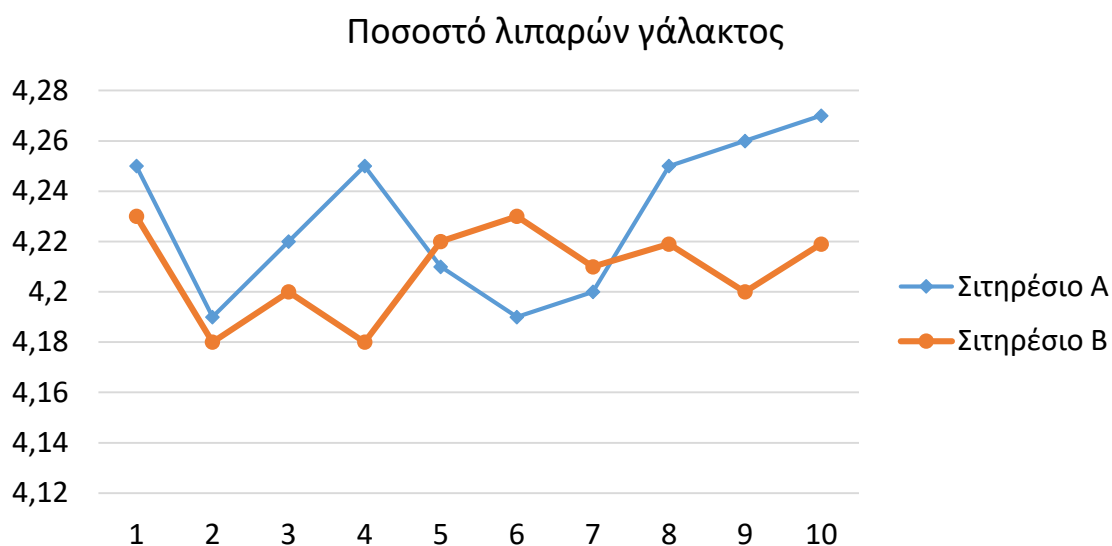
Γράφημα 23: Μέσοι όροι ποσότητας παραγόμενου γάλακτος, ίδια επεξεργασία

11.3.2 Ποιότητα παραγόμενου γάλακτος

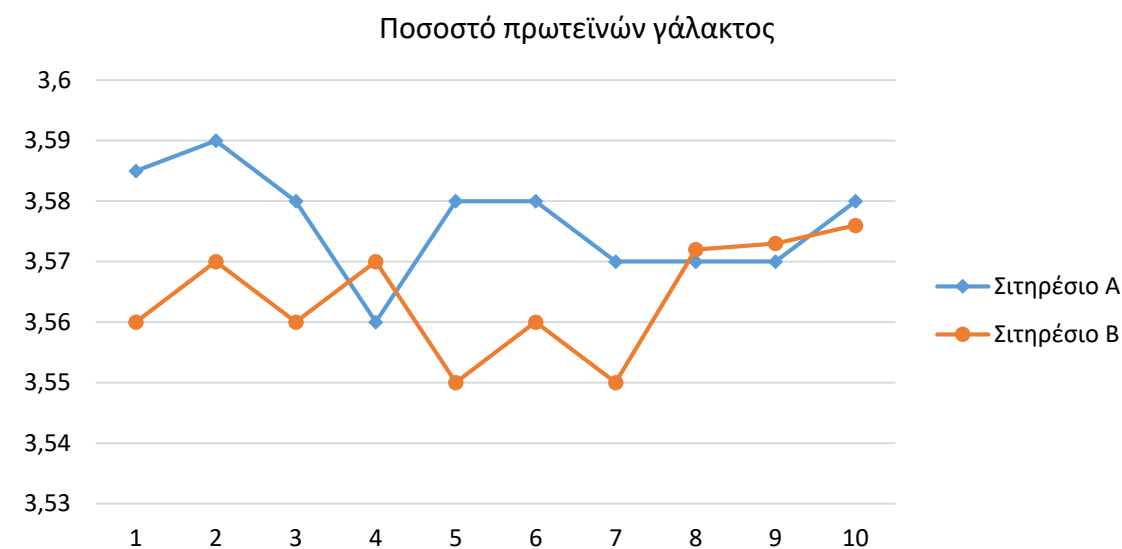
Σε ό,τι αφορά την ποιότητα του παραγομένου γάλακτος μετρήσεις έγιναν τις 10 πρώτες ημέρες που άρχισαν οι μετρήσεις για την ποσότητα του γάλακτος, ενώ μετρήσεις ελήφθησαν και κατά τις τελευταίες 10 μέρες, μέχρι δηλαδή τη λήξη των μετρήσεων.

Παρατηρείται λοιπόν πως και για το ποσοστό των λιπαρών του γάλακτος (Γράφημα 24) όσο και για το ποσοστό των πρωτεϊνών (Γράφημα 25), οι τιμές που λαμβάνονται είναι ελαφρώς πιο χαμηλές από το Σιτηρέσιο A. Ο μέσος όρος των ποσοστών για τα λιπαρά για το Σιτηρέσιο διακυμάνθηκε στο 4,229 ενώ για το Σιτηρέσιο B υπολογίστηκε στο 4,208. Αντίστοιχη εικόνα παρουσιάζουν και τα ποσοστά των πρωτεϊνών του γάλακτος με το μέσο όρο του σιτηρεσίου A να είναι 3,576 ενώ για το σιτηρέσιο B στο 3,564. Τα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν επίσης και στο SPSS 26 αλλά δεν προέκυψε κάποια στατιστικώς σημαντική διαφορά. Μια πιθανή αιτία είναι η

θερμοκρασιακή διαφορά που επικρατεί στην αγελαδοτροφική μονάδα μεταξύ των μετρήσεων για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του Σιτηρεσίου Α και Β καθώς οι πρώτες μετρήσεις συλλέχθηκαν στις 5 Μαρτίου και για τις επόμενες 10 μέρες ενώ οι δεύτερες συλλέχθηκαν από 13-23 Δεκέμβρη. Συγκριτικά όμως με τις μέσες τιμές που αναφέρθηκαν στην βιβλιογραφική ανασκόπηση στον Πίνακα 6 οι μέσες τιμές και των λιπαρών και των πρωτεϊνών (3,7 και 3,2 αντίστοιχα) βρίσκονται αρκετά υψηλότερα και για τα 2 σιτηρέσια.



Γράφημα 24: Ποσοστό λιπαρών αγελαδινού γάλακτος Σιτηρεσίου Α και Β, Ιδία επεξεργασία



Γράφημα 25: Ποσοστό πρωτεϊνών αγελαδινού γάλακτος Σιτηρεσίου Α και Β, Ιδία επεξεργασία

12 Συμπεράσματα-Προτάσεις

Όπως παρατηρείται από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση η καλλιέργεια της σόγιας έχει επικρατήσει σε παγκόσμιο επίπεδο, με κυριότερο επίκεντρο παραγωγής την περιοχή της Νοτίου Αμερικής, όπου από εκεί γίνεται και η παγκόσμια διανομή. Ισχυρότερο πλεονέκτημα της καλλιέργειας σόγιας είναι το υψηλό ποσοστό πρωτεϊνών που διαθέτει, με αποτέλεσμα να είναι ιδιαίτερα θρεπτική για τα παραγωγικά ζώα. Επιπλέον, η κυριαρχία της σόγιας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την κατανάλωση κρέατος και ζωικών προϊόντων και καθώς αυτή η κατανάλωση έχει αυξηθεί μαζί με τον παγκόσμιο πληθυσμό, επιτείνοντας την ανάγκη ανεύρεσης εναλλακτικών πηγών πρωτεΐνης. Τα κυριότερα μειονεκτήματα της παραγωγής σόγιας είναι α) οι μεγαλύτερες ποσότητες που διακινούνται αφορούν γενετικά τροποποιημένες ποσότητες β) η εντατικοποίηση της καλλιέργειας της οδηγεί σε σοβαρά προβλήματα στη βιοποικιλότητα των χωρών παραγωγής και ταυτόχρονα επιχειρείται η συνεχόμενη αύξηση της καλλιεργούμενης έκτασης με σκοπό το κέρδος γ) η συσσωρευμένη παραγωγή σόγιας από πλευράς της Αμερικής καθιστά τις υπόλοιπες χώρες πολύ ευάλωτες σε μια τυχόν αλλαγή της τιμολογιακής πολιτικής δ) υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής και της χρήσης μειωμένων εισροών θα πρέπει να ανευρεθούν λύσεις σε περίπτωση αδυναμίας παραγωγής της σόγιας ε) μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από το εμπόριο σόγιας.

Από την άλλη πλευρά υπάρχουν και άλλα είδη ψυχανθών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να αντικατασταθεί η σόγια από το σιτηρέσιο των παραγωγικών ζώων με αντίστοιχα θετικά αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η τοπική παραγωγή ψυχανθών είναι α) μείωση των απαιτούμενων εισροών σε ό,τι αφορά τα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα αλλά και τις ανάγκες σε νερό β) αύξηση της βιοποικιλότητας της υπαίθρου συμβάλλοντας παράλληλα στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των τριγύρω πόλεων στις αλλαγές που επιφέρει η κλιματική αλλαγή γ) δημιουργία οικονομιών κλίμακος με στόχο τη δημιουργία ενός τοπικού δικτύου διανομής με κοινωνικά και οικονομικά οφέλη για τους συμμετέχοντες γ) ενίσχυση του κλάδου της γενετικής με επιπλέον γονίδια από τη συστηματική μελέτη των συγκεκριμένων ειδών ε) ανάπτυξη ποικιλιών με υψηλότερη

περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ώστε να είναι πιο επιθυμητές από τους αρχηγούς ζωικών εκμεταλλεύσεων και καλύτερη προσαρμογή στις ελληνικές συνθήκες. Επιπλέον, θεωρείται πολύ θετικό ότι η χώρα καταφέρνει να έχει εξαγωγές στον τομέα των ψυχανθών, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για την περαιτέρω ανάπτυξη του συγκεκριμένου τομέα. Φαίνεται πως οι ενισχύσεις που δόθηκαν στους παραγωγούς, συνδυαστικά με το επιπλέον ποσοστό του 2% για τις πρωτεϊνούχες ζωοτροφές είχαν όντως θετική επιρροή στον κλάδο. Τέλος, μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση φάνηκε πως η καλλιέργεια των λοιπών ψυχανθών πλην σόγιας είναι εφαρμόσιμη σε όλη την έκταση της Ευρώπης, αναδεικνύοντας το μεγάλο γεωγραφικό εύρος που θα μπορούσε να παρέχει η χρήση των ψυχανθών ως ζωοτροφή.

Αναφορικά με το ερευνητικό μέρος της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής έγινε συλλογή 78 ερωτηματολογίων που χρησιμοποιήθηκαν για την αποτίμηση της αντικατάστασης του σιτηρεσίου σόγιας στην αγελαδοτροφική μονάδα Τριανταφύλλου. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν ήταν τα εξής:

- Ο μέσος όρος των ηλικιών ανδρών και γυναικών δεν διέφεραν σημαντικά
- Η κυριαρχία των ανδρών στον αγροτικό κλάδο είναι ξεκάθαρη, με θετικές εξελίξεις αναφορικά με τη συμμετοχή των γυναικών
- Το μορφωτικό επίπεδο των ερωτηθέντων θεωρείται υψηλό καθώς η πλειοψηφία κατείχε ένα τίτλο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης
- Ο μέσος όρος των παιδιών ανέρχεται στο 2,1 που είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικό για τα ελληνικά δεδομένα αν και ο αριθμός του δείγματος είναι αρκετά μικρός.
- Ιδιαίτερα μικρός θεωρείται και ο καλλιεργούμενος κλήρος γεγονός που δεν συμβάλλει στην εύκολη συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων

Η ανάλυση με τη μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων έδειξε πως και για τις 3 μελετώμενες καλλιέργειες υπήρχαν εκμεταλλεύσεις με αρκετά υψηλά επίπεδα αποδοτικότητας χρήσης εισροών. Βέβαια ο μεγαλύτερος αριθμός των εκμεταλλεύσεων κρίνεται ως μη αποτελεσματικός και χρήζει βελτίωσης ιδιαίτερα στη χρήση της ενέργειας για της βαριές μηχανικές εργασίες οι οποίες δεν είναι απαραίτητες σε πολλές περιπτώσεις. Σχετικά με το δεύτερο κομμάτι που αφορά την επίδραση του νέου σιτηρεσίου στην παραγωγή γάλακτος, φαίνεται πως υπάρχει μια μικρή διαφορά τόσο

στην περιεκτικότητα των λιπαρών όσο και των πρωτεϊνών του παραγόμενου που μπορεί όπως αναφέρθηκε να οφείλεται σε θερμοκρασιακούς παράγοντες που επικρατούν στην αγελαδοτροφική μονάδα. Αν και μέσα από επόμενες μετρήσεις παρατηρηθεί μειωμένη απόδοση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του γάλακτος τότε θα πρέπει να δοθούν οικονομικά κίνητρα ή ορισμένα προνόμια προκειμένου οι κάτοχοι των μονάδων ζωικής παραγωγής να μην εγκαταλείψουν τη συγκεκριμένη πρακτική και να συνεχίζουν να στηρίζουν την εγχώρια παραγωγή ζωοτροφών

Σύμφωνα λοιπόν με όλα τα παραπάνω προκύπτει η τελευταία συγκεντρωτική ανάλυση που περιλαμβάνει τα δυνατά και τα αδύναμα σημεία τις ευκαιρίες και τις απειλές (SWOT Analysis) της ενσωμάτωσης των ψυχανθών στο σιτηρέσιο των παραγωγικών ζώων και ειδικότερα των γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων

Δυνατά σημεία	Αδύναμα σημεία
Τοπική παραγωγή ψυχανθών Χαμηλή χρήση εισροών Αξιοποίηση του αγρού όλο το χρόνο μέσα από συστήματα αμειψισπορών Αύξηση βιοποικιλότητας Αύξηση ανθεκτικότητας απέναντι στην κλιματική αλλαγή	Χαμηλότερα ποσοστά πρωτεϊνών Διεσπαρμένη παραγωγή Ανάγκη βελτίωσης τοπικών ποικιλιών Έλλειψη τεχνογνωσίας
Ευκαιρίες	Απειλές
Μείωση περιβαλλοντικού αντίκτυπου επιχειρήσεων ζωικής παραγωγής Μείωση εξάρτησης από εισαγωγές σόγιας	Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής που δεν θα επιτρέπουν την καλλιέργεια ψυχανθών Μη αποδοχή του σιτηρεσίου από τις επιχειρήσεις ζωικής παραγωγής Αλλαγή τιμολογιακής πολιτικής σόγιας

Πίνακας 12: SWOT Analysis για την ενσωμάτωση σιτηρεσίου τοπικά παραγόμενων ψυχανθών στο σιτηρέσιο γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι είναι επιτακτική ανάγκη για συνεχή παρακολούθηση των γεωργικών εκμεταλλεύσεων που ασχολούνται με την παραγωγή μπιζελιού, λούπινου και κουκιού προκειμένου να μελετηθεί σε μεγαλύτερο βάθος ο βαθμός αποδοτικότητας των συγκεκριμένων καλλιεργειών και να εξαλειφθούν τυχαίοι παράγοντες που μπορεί να δημιουργήσαν μια λανθασμένη εικόνα (π.χ καιρικές

συνθήκες). Σημαντικό ρόλο σε αυτό το σημείο διαδραματίζει και η οικοδόμηση μιας σχέσης εμπιστοσύνης με τους παραγωγούς, οι οποίοι φάνηκαν διστακτικοί στην αποκάλυψη στοιχείων κατά τη συμμετοχή τους στη συγκεκριμένη έρευνα, κυρίως σε ό,τι αφορά τις ετήσιες αποδοχές τους καθώς και της τιμής πώλησης των προϊόντων τους. Ταυτόχρονα, θα ήταν καλό να υπάρξουν προγράμματα γενετικής βελτίωσης των συγκεκριμένων ποικιλιών ώστε να εμφανίζουν υψηλότερο ποσοστό πρωτεϊνών, καθιστώντας τα πιο επιθυμητά για τους παραγωγούς. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην καλλιέργεια του λούπινου, η οποία χωρίς ιδιαίτερες βελτιώσεις τα τελευταία χρόνια εμφανίζει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και μάλιστα σε ποσοστά τα οποία είναι άμεσα συγκρίσιμα με αυτά της σόγιας. Γενικότερα φαίνεται από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση πως τα τοπικά παραγόμενα ψυχανθή εμφανίζουν μια μεγάλη δυναμική, η οποία όμως χρειάζεται τη συμβολή των γενετιστών καθώς και την εγκαθίδρυση ενός τοπικού δικτύου διανομής προκειμένου να μπορέσουν να αξιοποιηθούν πλήρως τα οφέλη που προκύπτουν από την παραγωγή τους σε τοπικό επίπεδο.

Επιπλέον, σε ό,τι αφορά το δεύτερο κομμάτι της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής κρίνεται απαραίτητη η μελέτη περισσότερων ψυχανθών και σε διαφορετικές αναλογίες προκειμένου να διερευνηθούν οι επιδράσεις τους, στο σιτηρέσιο των παραγωγικών ζώων. Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προέκυψε ότι τα αποτελέσματα αντικατάστασης σόγιας στο σιτηρέσιο των παραγωγικών ζώων δεν εμφανίζουν διαφορές τόσο στην ποσότητα και ποιότητα του παραγόμενου γάλακτος συγκριτικά με τη χρήση τοπικά παραγόμενων ψυχανθών. Επιπλέον, προέκυψαν θετικές διαφορές στην ποσότητα και ποιότητα του παραγόμενου κρέατος μετά από την εισαγωγή ψυχανθών στο σιτηρέσιο της σόγιας. Αυτά τα δύο στοιχεία είναι ιδιαίτερα σημαντικά αφού η παραγωγή ψυχανθών μπορεί να στηρίξει μονάδες προσανατολισμένες στην γαλακτοπαραγωγική αλλά και στην κρεατοπαραγωγική διαδικασία αποκαλύπτοντας παράλληλα και τα σημεία πιθανής διανομής της παραγωγής. Στο σημείο αυτό αξίζει να υπογραμμιστεί η σημασία ορισμένων επιπλέον μετρήσεων που θα διερευνήσουν την παραγωγικότητα των ζώων μετά από ένα εύλογο χρονικό διάστημα από την ημερομηνία αλλαγής προκειμένου ο οργανισμός του ζώου να έχει προσαρμοστεί πλήρως στο νέο σιτηρέσιο και να αναδειχθούν τα ποιοτικά και

ποσοτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου γάλακτος. Επίσης, για την έμπρακτη εφαρμογή του δεύτερου πειραματικού μέρους της έρευνας είναι απαραίτητη η δημιουργία μιας σχέσης εμπιστοσύνης μεταξύ γεωργού και κτηνοτρόφου προκειμένου το τελικό παραγόμενο προϊόν να πληροί τις προδιαγραφές που απαιτεί η αλυσίδα παραγωγής κυρίως σε θέματα που αφορούν υπολειμματικότητα φυτοφαρμάκων.

Συμπερασματικά καταλήγοντας, με βάση τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης αλλά και των αποτελεσμάτων της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής φαίνεται πως η αντικατάσταση της σόγιας στο σιτηρέσιο των αγελάδων γαλακτοπαραγωγής με τοπικά παραγόμενα ψυχανθή είναι εφικτή, αφού δεν προκύπτουν ουσιαστικές διαφορές στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου γάλακτος. Η δημιουργία ενός ισχυρού δικτύου παραγωγής και διανομής τοπικών παραγόμενων ψυχανθών συμβάλλει στην οικονομική ενίσχυση των τοπικών κοινωνιών αλλά και στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας απέναντι στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Οφέλη εμφανίζονται επίσης και σε ευρωπαϊκό επίπεδο αφού μπορεί να μειωθεί η εξάρτηση από τις εισαγωγές σόγιας που προέρχονται από τις περιοχές της Νοτίου Αμερικής (Αργεντινή, Βραζιλία), οι οποίες στο μεγαλύτερο ποσοστό τους είναι γενετικά τροποποιημένες. Για το λόγο αυτό, φαίνεται πως η ΕΕ θα συνεχίσει να στηρίζει την παραγωγή ψυχανθών που προορίζονται για κτηνοτροφική χρήση μέσω της επερχόμενης ΚΑΠ (2021-2027). Η περαιτέρω εξάπλωση των ψυχανθών θα συνεισφέρει στη μείωση χρήσης εισροών αζώτου, συμβάλλοντας στη μείωση των ενεργειακών αναγκών και άρα μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για την παραγωγή λιπασμάτων. Τέλος, φαίνεται πως η καλλιέργεια και χρήση τοπικά παραγόμενων ψυχανθών στο σιτηρέσιο των παραγωγικών ζώων συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων αειφορίας (SDGs) της ΕΕ μέσω της ανάπτυξης οικονομιών κλίμακας με δυνατότητα στήριξης των τοπικών κοινωνιών αλλά και της προστασίας του περιβάλλοντος μέσω των μειωμένων εισροών που απαιτούνται συγκριτικά με την παραγωγή και διάθεση της σόγιας σε παγκόσμιο επίπεδο.

13 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΜΕΡΟΣ Ι: Δημογραφικά-Επαγγελματικά Χαρακτηριστικά

Περιοχή Συμπλήρωσης

1.1 Ηλικία |__| |__|

1.2 Φύλο : Άνδρας ☐ Γυναίκα ☐

1.3. Ετήσια Εισοδήματα από γεωργική απασχόληση (Ευρώ) :

0-9.999	1 <input type="checkbox"/>	40.000-49.000	4 <input type="checkbox"/>
10.000-19.999	2 <input type="checkbox"/>	50.000-59.000	5 <input type="checkbox"/>
20.000-29.999	3 <input type="checkbox"/>	>60.000	6 <input type="checkbox"/>
30.000-39.999	4 <input type="checkbox"/>		

1.4. Μορφωτικό επίπεδο :

Απόφοιτος Δημοτικού	1 <input type="checkbox"/>
Απόφοιτος Γυμνασίου	2 <input type="checkbox"/>
Απόφοιτος Λυκείου	3 <input type="checkbox"/>

Απόφοιτος Τριτοβάθμιας 4 ☐
Εκπαίδευσης

1.5 Αριθμός Παιδιών:

ΜΕΡΟΣ II: Γενικά στοιχεία σχετικά με την Αγροτική δραστηριότητα

2.1 Αποκλειστική γεωργική απασχόληση Ναι ☐ Όχι ☐

2.2 Έτη Γεωργικής απασχόλησης: 0-5 ☐ 6-10 ☐ 10-15 ☐ 15+ ☐

2.3. Γεωργικές εκμεταλλεύσεις:

Καλλιέργεια	Ποικιλία	Έκταση (στρ.)	Σπόρος (kg) /στρ

2.4 Για το προηγούμενο έτος χρησιμοποίησα για μυκητοκτόνα:

Ποσότητα	
Ευρώ	

2.5 Για το προηγούμενο έτος χρησιμοποίησα για ζιζανιοκτόνα:

Ποσότητα	
Ευρώ	

2.6 Για το προηγούμενο έτος χρησιμοποίησα για λιπάσματα:

Ποσότητα	
Ευρώ	

2.7 Έχω στην κατοχή μου γεωργικό ελκυστήρα Ναι ☐ Όχι ☐

2.8 Ο ελκυστήρας που χρησιμοποιώ έχει ιπποδύναμη (Hp) ίση με ίππους

2.9 Ο ελκυστήρας που χρησιμοποιώ για την περσινή παραγωγή
λειτουργήσε ώρες

2.10 Οι δαπάνες πετρελαίου μου ήταν ευρώ

2.11 Για την άρδευση της καλλιέργειας μου, υπάρχει σύστημα άντλησης Ναι ☐ Όχι ☐

2.12 Η μηχανή άντλησης έχει ιπποδύναμη (Hp) ίση με ίππους

2.13 Το βάθος άντλησης είναι μέτρα

2.14 Το προηγούμενο έτος κατανάλωσα ηλεκτρικό ρεύμα ίσο μεKWh

2.15 Το προηγούμενο έτος εργάστηκαν στην εκμετάλλευσή μου εργάτες

2.16 Οι παραπάνω εργάτες εργάστηκαν για χρονικό διάστημα ίσο με ώρες

2.17 Το συνολικό κόστος για την αμοιβή των εργατών ήταν ευρώ

ΜΕΡΟΣ III: Παραγωγή

3.1 Το προηγούμενο έτος η συνολική παραγωγή μου έφτασε τους Τόνους

3.2 Το εισόδημα μου από την πώληση της παραγωγής του προηγούμενου έτους ήταν
..... Ευρώ.

3.3 Το προηγούμενο έτος έλαβα από επιδοτήσεις Ευρώ

14 Βιβλιογραφία

- Amir, E. L. D. M., Ouhssini, E. L. B. M., Alti, A. L. S. M. N., Bd, A. E. L., Oneim, M. A. M., & Damir, E. (2016). Adult *Sitona crinitus* H. (Coleoptera : Curculionidae) feeding preference on some legume species. *Revue Marocaine de Protection Des Plantes*, 9, 11–16.
- Anglade, J., Billen, G., & Garnier, J. (2015). Relationships for estimating N₂ fixation in legumes: Incidence for N balance of legume-based cropping systems in europe. *Ecosphere*, 6(3), 1–24. <https://doi.org/10.1890/ES14-00353.1>
- Angus, J. F., Kirkegaard, J. A., Hunt, J. R., Ryan, M. H., Ohlander, L., & Peoples, M. B. (2015). Break crops and rotations for wheat. *Crop and Pasture Science*, 66(6), 523. <https://doi.org/10.1071/CP14252>
- Araújo, S. S., Beebe, S., Crespi, M., Delbreil, B., González, E. M., Gruber, V., ... Patto, M. C. V. (2015). Abiotic Stress Responses in Legumes: Strategies Used to Cope with Environmental Challenges. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34, 237–280. <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.898450>
- Arnoldi, A., Zanoni, C., Lammi, C., & Boschini, G. (2015). The Role of Grain Legumes in the Prevention of Hypercholesterolemia and Hypertension. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34, 144–168. <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.897908>
- Banker, A. R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis Some Models For Estimating Technical And Scale Inefficiencies In Data Envelopment Analysis *. *Management Science*, 30(9), 1078–1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Baran, J., Wysokinski, M., Stas, D., Samolejova, A., & Lenort, R. (2016). Efficiency of Polish metallurgical industry based on Data Envelopment Analysis. *Metalurgija*, 55(2), 245–248. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=110496932&lang=pt-br&site=ehost-live>
- Basit, A., Hanan, A., Nazir, T., Majeed, M. Z., & Qiu, D. (2019). Molecular and functional

- characterization of elicitor pebc1 extracted from botrytis cinerea involved in the induction of resistance against green peach aphid (*Myzus persicae*) in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Insects*, 10(2).
<https://doi.org/10.3390/insects10020035>
- Boddey, R. M., Cardoso, A. S., & Alves, B. J. R. (2016). Response to “Assessing the carbon footprint of beef cattle in Brazil: A case study with 22 farms in the State of Mato Grosso.” *Journal of Cleaner Production*, 121, 198–199.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.032>
- Boerema, A., Peeters, A., Swolfs, S., Vandevenne, F., Jacobs, S., Staes, J., & Meire, P. (2016). Soybean trade: Balancing environmental and socio-economic impacts of an intercontinental market. *PLoS ONE*, 11(5), 1–13.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155222>
- Bonanno, A., Di Grigoli, A., Vitale, F., Alabiso, M., Giosuè, C., Mazza, F., & Todaro, M. (2016). Legume grain-based supplements in dairy sheep diet: Effects on milk yield, composition and fatty acid profile. *Animal Production Science*, 56(1), 130–140.
<https://doi.org/10.1071/AN14019>
- Bruning, B., van Logtestijn, R., Broekman, R., de Vos, A., González, A. P., & Rozema, J. (2015). Growth and nitrogen fixation of legumes at increased salinity under field conditions: Implications for the use of green manures in saline environments. *AoB PLANTS*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plv010>
- Büchi, L., Gebhard, C. A., Liebisch, F., Sinaj, S., Ramseier, H., & Charles, R. (2015). Accumulation of biologically fixed nitrogen by legumes cultivated as cover crops in Switzerland. *Plant and Soil*, 393(1–2), 163–175.
<https://doi.org/10.1007/s11104-015-2476-7>
- Carbon Trust. (2018). Carbon footprinting guide. Retrieved November 20, 2018, from <https://www.carbontrust.com/resources/guides/carbon-footprinting-and-reporting/carbon-footprinting/#docdownload-6865>
- Cardador, L., Cáceres, M. De, Giralt, D., Bota, G., Aquilué, N., Arroyo, B., ... Brotons, L. (2015). Tools for exploring habitat suitability for steppe birds under land use

- change scenarios. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 200, 119–125.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.11.013>
- Castonguay, Y., Dubé, M. P., Cloutier, J., Michaud, R., Bertrand, A., & Laberge, S. (2012). Intron-length polymorphism identifies a Y2K4 dehydrin variant linked to superior freezing tolerance in alfalfa. *Theoretical and Applied Genetics*, 124(5), 809–819. <https://doi.org/10.1007/s00122-011-1735-0>
- Castro-Montoya, J., Gownipuram, R., Mendoza, M., Solano, N., López, F., Dickhöfer, U., & Corea, E. E. (2019). Effects of feeding tropical forage legumes on nutrients digestibility, nitrogen partitioning and performance of crossbred milking cows. *Animal Feed Science and Technology*, 247(September 2018), 32–40.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.017>
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.
[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chen, Y., Cook, W. D., Li, N., & Zhu, J. (2009). Additive efficiency decomposition in two-stage DEA. *European Journal of Operational Research*, 196(3), 1170–1176.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.011>
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Handbook on Data Envelopment Analysis. In *Analysis* (Vol. 164). <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8>
- Cullinane, K., Wang, T.-F., Song, D.-W., & Ji, P. (2006). The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(4), 354–374.
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2005.07.003>
- Del Borghi, A., Strazza, C., Magrassi, F., Taramasso, A. C., & Gallo, M. (2018). Life Cycle Assessment for eco-design of product–package systems in the food industry—The case of legumes. *Sustainable Production and Consumption*, 13(July), 24–36.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2017.11.001>
- Desjardins, R. L., Worth, D. E., Vergé, X. P. C., Maxime, D., Dyer, J., & Cerkowniak, D. (2012). Carbon footprint of beef cattle. *Sustainability*, 4(12), 3279–3301.

<https://doi.org/10.3390/su4123279>

- Devasirvatham, V., Gaur, P. M., Mallikarjuna, N., Raju, T. N., Trethowan, R. M., & Tan, D. K. Y. (2013). Reproductive biology of chickpea response to heat stress in the field is associated with the performance in controlled environments. *Field Crops Research*, 142, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.11.011>
- Ding, D., Zhao, Y., Guo, H., Li, X., Schoenau, J., & Si, B. (2018). Water Footprint for Pulse, Cereal, and Oilseed Crops in Saskatchewan, Canada. *Water*, 10(11), 1609. <https://doi.org/10.3390/w10111609>
- Divito, G. A., & Sadras, V. O. (2014). How do phosphorus, potassium and sulphur affect plant growth and biological nitrogen fixation in crop and pasture legumes? A meta-analysis. *Field Crops Research*, 156, 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.11.004>
- Dotas, V., Bampidis, V. A., Sinapis, E., Hatzipanagiotou, A., & Papanikolaou, K. (2014). Effect of dietary field pea (*Pisum sativum* L.) supplementation on growth performance, and carcass and meat quality of broiler chickens. *Livestock Science*, 164(1), 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.03.024>
- European Commission. (2019). EU Feed Protein Balance Sheet. Retrieved November 16, 2019, from https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/farming/documents/eu-feed-protein-balance-sheet_2018-19_en.pdf
- European Feed Manufacturers Federation. (2016). *Soy Sourcing Guidelines*. (june). Retrieved from <http://www.fefac.eu/file.pdf?FileID=65744&CacheMode=Fresh>
- European Parliament. (2011). *The EU protein deficit: what solution for a long-standing problem?* Retrieved from <https://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+REPORT+A7-2011-0026+0+DOC+PDF+V0//EN>
- FAO. (2014). Greenhouse Gas Emissions from Agriculture, Forestry and Other Land Use. Retrieved November 23, 2018, from <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/218650/>

- FAO. (2016). International Year of Pulses 2016. Retrieved November 2, 2019, from <http://www.fao.org/pulses-2016/en/>
- FAO. (2018). Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM). Retrieved November 21, 2018, from <http://www.fao.org/gleam/resources/en/>
- FAOSTAT. (2019). FAOSTAT. Retrieved February 27, 2019, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253.
<https://doi.org/10.2307/2343100>
- Fustini, M., Palmonari, A., Canestrari, G., Bonfante, E., Mammi, L., Pacchioli, M. T., ... Formigoni, A. (2017). Effect of undigested neutral detergent fiber content of alfalfa hay on lactating dairy cows: Feeding behavior, fiber digestibility, and lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 4475–4483.
<https://doi.org/10.3168/jds.2016-12266>
- Gasparri, N. I., & le Polain de Waroux, Y. (2015). The Coupling of South American Soybean and Cattle Production Frontiers: New Challenges for Conservation Policy and Land Change Science. *Conservation Letters*, 8(4), 290–298.
<https://doi.org/10.1111/conl.12121>
- Global Bioenergy. (2005). Guidelines for growing grain legumes in Europe. Retrieved September 17, 2019, from http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0503_AEP_-_Guidelines_for_growing_grain_legumes_in_Europe.pdf
- Green Design Initiative. (2016). Economic input–output Life cycle assessment (EIO-LCA). Internet Model. Retrieved November 22, 2019, from <http://www.eiolca.net>
- Greenhouse Gas Protocol. (2017). GHG Protocol tools. Retrieved November 20, 2018, from <https://ghgprotocol.org/calculation-tools>
- Gustafson, D. I. (2017). Greenhouse gas emissions and irrigation water use in the production of pulse crops in the United States. *Cogent Food & Agriculture*, 3(1),

- 1–8. <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1334750>
- Halkos, G. E., & Tzeremes, N. G. (2013). Estimating the degree of operating efficiency gains from a potential bank merger and acquisition: A DEA bootstrapped approach. *Journal of Banking & Finance*, 37(5), 1658–1668.
<https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2012.12.009>
- Hall, C., Hillen, C., & Garden Robinson, J. (2017). Composition, Nutritional Value, and Health Benefits of Pulses. *Cereal Chemistry Journal*, 94(1), 11–31.
<https://doi.org/10.1094/CCHEM-03-16-0069-FI>
- Hanczakowska, E., & Świątkiewicz, M. (2014). Legume Seeds and Rapeseed Press Cake as Replacers of Soybean Meal in Feed for Fattening Pigs. *Annals of Animal Science*, 14(4), 921–934. <https://doi.org/10.2478/aoas-2014-0068>
- Heinrichs, A. J., Jones, C. M., Gray, S. M., Heinrichs, P. A., Cornelisse, S. A., & Goodling, R. C. (2013). Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis¹. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 7355–7362.
<https://doi.org/10.3168/jds.2012-6488>
- Herman, E. M. (2003). Genetically modified soybeans and food allergies. *Journal of Experimental Botany*, 54(386), 1317–1319. <https://doi.org/10.1093/jxb/erg164>
- Hoekstra, A. Y., & Chapagain, A. K. (2008). How Much Water is Used for Producing Our Goods and Services? In *Globalization of Water; Sharing the Planet's Freshwater Resources*. <https://doi.org/10.1002/9780470696224.ch2>
- Hoekstra, A. Y., & Hung, P. Q. Q. (2002). A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. *VALUE OF WATER RESEARCH REPORT SERIES NO. 11*. Retrieved from https://waterfootprint.org/media/downloads/Report11_1.pdf
- Hosseini, H., & Hasanpour, J. (2011). Evaluating the efficiency changes of the Thermal Power Plants in Iran and Examining its Relation with Reform using DEA Model & Malmquist Index. *3rd International Conference on Information and Financial Engineering*, 12, 280–289.

- Hungria, M., & Kaschuk, G. (2014). Regulation of N₂ fixation and NO₃⁻/NH₄⁺ assimilation in nodulated and N-fertilized *Phaseolus vulgaris* L. exposed to high temperature stress. *Environmental and Experimental Botany*, 98(3), 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.10.010>
- Iannetta, P. P. M., Young, M., Bachinger, J., Bergkvist, G., Doltra, J., Lopez-Bellido, R. J., ... Begg, G. S. (2016). A comparative nitrogen balance and productivity analysis of legume and non-legume supported cropping systems: The potential role of biological nitrogen fixation. *Frontiers in Plant Science*, 7(NOVEMBER2016). <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01700>
- Iolascon, G., Gimigliano, R., Bianco, M., de Sire, A., Moretti, A., Giusti, A., ... Gimigliano, F. (2017). Are dietary supplements and nutraceuticals effective for musculoskeletal health and cognitive function? A scoping review. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 21(5), 527–538. <https://doi.org/10.1007/s12603-016-0823-x>
- IPCC. (2014). Climate Change 2013 - The Physical Science Basis. In Intergovernmental Panel on Climate Change (Ed.), *IPCC*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- Izadikhah, M., & Farzipoor Saen, R. (2016). Evaluating sustainability of supply chains by two-stage range directional measure in the presence of negative data. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 49, 110–126. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.09.003>
- Jahreis, G., Brese, M., Leiterer, M., Schäfer, U., & Böhm, V. (2016). Legume flours: Nutritionally important sources of protein and dietary fiber. *Ernahrungs Umschau*, 63(2), 36–42. <https://doi.org/10.4455/eu.2016.007>
- Jha, U. C., Bohra, A., Jha, R., & Parida, S. K. (2019). Salinity stress response and ‘omics’ approaches for improving salinity stress tolerance in major grain legumes. *Plant Cell Reports*, 38(3), 255–277. <https://doi.org/10.1007/s00299-019-02374-5>
- Kamboj, R., & Nanda, V. (2018). Proximate composition, nutritional profile and health benefits of legumes – A review. *Legume Research*, 41(3), 325–332. <https://doi.org/10.18805/LR-3748>

- Kelly, E., Shalloo, L., Geary, U., Kinsella, A., & Wallace, M. (2012). Application of data envelopment analysis to measure technical efficiency on a sample of Irish dairy farms. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 51(1), 63–77.
- Keneni, G., Bekele, E., Getu, E., Imtiaz, M., Damte, T., Mulatu, B., & Dagne, K. (2011). Breeding Food Legumes for Resistance to Storage Insect Pests: Potential and Limitations. *Sustainability*, 3(9), 1399–1415. <https://doi.org/10.3390/su3091399>
- Knowlton, K. F., Nelson, J. M., & Dunklee, K. F. (2013). World of Dairy Cattle Nutrition. *Holstein Foundation*, 1–39. Retrieved from http://www.holsteinfoundation.org/pdf_doc/workbooks/DairyCattleNutrition.pdf
- Knudsen, M. T., Hermansen, J. E., Olesen, J. E., Topp, C. F. E., Schelde, K., Angelopoulos, N., ... Huizen, D. (2014). Climate impact of producing more grain legumes in Europe. *Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector (LCA Food 2014), San Francisco, California, USA, 8-10 October, 2014*. Retrieved from <http://gateway.webofknowledge.com/gateway/Gateway.cgi?GWVersion=2&SrcAuth=ORCID&SrcApp=OrcidOrg&DestLinkType=FullRecord&DestApp=CABI&KeyUT=CABI:20153221380&KeyUID=CABI:20153221380>
- Kovi, M. R., Ergon, Å., & Rognli, O. A. (2016). Freezing tolerance revisited — effects of variable temperatures on gene regulation in temperate grasses and legumes. *Current Opinion in Plant Biology*, 33, 140–146. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2016.07.006>
- Kubiś, M., Kaczmarek, S. A., Nowaczewski, S., Adamski, M., Hejdysz, M., & Rutkowski, A. (2018). Influence of graded inclusion of white lupin (*Lupinus albus*) meal on performance, nutrient digestibility and ileal viscosity of laying hens. *British Poultry Science*, 59(4), 477–484. <https://doi.org/10.1080/00071668.2018.1459041>
- Lazaridi, E., Ntatsi, G., Savvas, D., & Bebeli, P. J. (2017). Diversity in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) local populations from Greece. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64(7), 1529–1551. <https://doi.org/10.1007/s10722-016-0452-6>
- Leiber, F., Gelencsér, T., Stamer, A., Amsler, Z., Wohlfahrt, J., Früh, B., & Maurer, V.

- (2017). Insect and legume-based protein sources to replace soybean cake in an organic broiler diet: Effects on growth performance and physical meat quality. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 32(1), 21–27.
<https://doi.org/10.1017/S1742170515000496>
- Liu, C. H., Lin, S. J., & Lewis, C. (2010). Evaluation of thermal power plant operational performance in Taiwan by data envelopment analysis. *Energy Policy*, 38(2), 1049–1058. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.057>
- Liu, J. S., Lu, L. Y. Y., Lu, W.-M., & Lin, B. J. Y. (2013). A survey of DEA applications. *Omega*, 41(5), 893–902. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.11.004>
- Luke. (2016). Energy requirements of dairy cows. Retrieved November 4, 2019, from Natural Resources Institute (Jokioinen, Finland) website:
<http://www.mtt.fi/feedtables>
- Magrini, M. B., Anton, M., Cholez, C., Corre-Hellou, G., Duc, G., Jeuffroy, M. H., ... Walrand, S. (2016). Why are grain-legumes rarely present in cropping systems despite their environmental and nutritional benefits? Analyzing lock-in in the French agrifood system. *Ecological Economics*, 126, 152–162.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.03.024>
- Mendowski, S., Chapoutot, P., Chesneau, G., Ferlay, A., Enjalbert, F., Cantalapiedra-Hijar, G., ... Nozière, P. (2019). Effects of replacing soybean meal with raw or extruded blends containing faba bean or lupin seeds on nitrogen metabolism and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5130–5147.
<https://doi.org/10.3168/jds.2018-15416>
- Monti, M., Pellicanò, A., Santonoceto, C., Preiti, G., & Pristeri, A. (2016). Yield components and nitrogen use in cereal-pea intercrops in Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 196, 379–388.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.07.017>
- Nepstad, D., Mcgrath, D., Stickler, C., Alencar, A., Azevedo, A., Swette, B., ... Hess, L. (2014). and Soy Supply Chains. *Science*, 344(6188), 1118–1123.
<https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.1990.tb03529.x>

- Niavis, S., Tamvakis, N., Manos, B., & Vlontzos, G. (2018). Assessing and Explaining the Efficiency of Extensive Olive Oil Farmers: The Case of Pelion Peninsula in Greece. *Agriculture*. <https://doi.org/10.3390/agriculture8020025>
- Nordrum, S., Loreti, C. P., McMahon, M., & Ritter, K. (2004). Developing a consistent approach to estimating greenhouse gas emissions for the petroleum industry. *Industry and Environment*, 27(2–3), 72–75. <https://doi.org/10.1186/RR61>
- OECD-FAO. (2018). AGRICULTURAL OUTLOOK 2018-2027. In *Agricultural Outlook 2018-2027* (pp. 17–66). Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2018-2027_agr_outlook-2018-en
- Pandey, D., Agrawal, M., & Pandey, J. S. (2011). Carbon footprint: current methods of estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 178(1–4), 135–160. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1678-y>
- Paradi, J. C., Asmild, M., & Simak, P. C. (2004). Using DEA and worst practice DEA in credit risk evaluation. *Journal of Productivity Analysis*, 21(2), 153–165. <https://doi.org/10.1023/B:PROD.0000016870.47060.0b>
- Philippi, J., Schliephake, E., Jürgens, H. U., Jansen, G., & Ordon, F. (2016). Correlation of the alkaloid content and composition of narrow-leaved lupins (*Lupinus angustifolius* L.) to aphid susceptibility. *Journal of Pest Science*, 89(2), 359–373. <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0710-y>
- Plaza-Bonilla, D., Nolot, J. M., Raffaillac, D., & Justes, E. (2017). Innovative cropping systems to reduce N inputs and maintain wheat yields by inserting grain legumes and cover crops in southwestern France. *European Journal of Agronomy*, 82, 331–341. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.05.010>
- Queiroz, F. A. (2014). International Trade and Environment: Impacts of the export-driven Soybean Production on the Biodiversity of the Brazilian Cerrado (1960. *Journal of International Business and Economics*, 2(1), 11.
- Ramin, M., Höjer, A., & Hetta, M. (2017). The effects of legume seeds on the lactation performance of dairy cows fed grass silage-based diets. *Agricultural and Food Science*, 26(3), 129–137. <https://doi.org/10.23986/afsci.64417>

- Reckling, M., Hecker, J. M., Bergkvist, G., Watson, C. A., Zander, P., Schläfke, N., ...
Bachinger, J. (2016). A cropping system assessment framework—Evaluating
effects of introducing legumes into crop rotations. *European Journal of Agronomy*,
76, 186–197. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.11.005>
- Röhe, I., Göbel, T. W., Goodarzi Boroojeni, F., & Zentek, J. (2017). Effect of feeding
soybean meal and differently processed peas on the gut mucosal immune system
of broilers. *Poultry Science*, 96(7), 2064–2073.
<https://doi.org/10.3382/ps/pew491>
- Rubiales, D. (2014). Legume breeding for broomrape resistance. *Czech Journal of
Genetics and Plant Breeding*, 50(No. 2), 144–150.
<https://doi.org/10.17221/106/2013-CJGPB>
- Rubio, L. A., & Peinado, M. J. (2014). Replacement of Soybean Meal with Lupin or
Chickpea Seed Meal in Diets for Fattening Iberian Pigs Promotes a Healthier Ileal
Microbiota Composition. *Advances in Microbiology*, 04(09), 498–503.
<https://doi.org/10.4236/aim.2014.49055>
- Ruviaro, C. F., De Léis, C. M., Lampert, V. D. N., Barcellos, J. O. J., & Dewes, H. (2015).
Carbon footprint in different beef production systems on a southern Brazilian
farm: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 96, 435–443.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.037>
- Sandström, V., Lehtikoinen, E., & Peltonen-Sainio, P. (2018). Replacing Imports of Crop
Based Commodities by Domestic Production in Finland: Potential to Reduce
Virtual Water Imports. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2(October), 1–13.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00067>
- Shi, P., Yan, B., Shi, S., & Ke, C. (2015). A decision support system to select suppliers for
a sustainable supply chain based on a systematic DEA approach. *Information
Technology and Management*, 16(1), 39–49. <https://doi.org/10.1007/s10799-014-0193-1>
- Sita, K., Sehgal, A., HanumanthaRao, B., Nair, R. M., Vara Prasad, P. V., Kumar, S., ...
Nayyar, H. (2017). Food Legumes and Rising Temperatures: Effects, Adaptive

- Functional Mechanisms Specific to Reproductive Growth Stage and Strategies to Improve Heat Tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 8(October), 1–30.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01658>
- Sofi, P. A., Baba, Z. A., & Hamid, B. (2018). Legumes for Soil Health and Sustainable Management. In R. S. Meena, A. Das, G. S. Yadav, & R. Lal (Eds.), *Legumes for Soil Health and Sustainable Management*. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-0253-4>
- St. Luce, M., Grant, C. A., Zebarth, B. J., Ziadi, N., O'Donovan, J. T., Blackshaw, R. E., ... Smith, E. G. (2015). Legumes can reduce economic optimum nitrogen rates and increase yields in a wheat-canola cropping sequence in western Canada. *Field Crops Research*, 179, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.04.003>
- Stein, L. Y., & Klotz, M. G. (2016). The nitrogen cycle. *Current Biology*, 26(3), R94–R98. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.12.021>
- Sutcliffe, L. M. E., Batáry, P., Kormann, U., Báldi, A., Dicks, L. V., Herzon, I., ... Tscharntke, T. (2015). Harnessing the biodiversity value of Central and Eastern European farmland. *Diversity and Distributions*, 21(6), 722–730. <https://doi.org/10.1111/ddi.12288>
- Tang, X., Bernard, L., Brauman, A., Daufresne, T., Deleporte, P., Desclaux, D., ... Hinsinger, P. (2014). Increase in microbial biomass and phosphorus availability in the rhizosphere of intercropped cereal and legumes under field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 75, 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.04.001>
- Thanassoulis, E. (1999). Data envelopment analysis and its use in banking. *Interfaces*, 29(3), 1–13. <https://doi.org/10.1287/inte.29.3.1>
- Tomaszewska, E., Muszynski, S., Dobrowolski, P., Kwiecien, M., Klebaniuk, R., Szymanczyk, S., ... Świetlicka, I. (2018). The influence of dietary replacement of soybean meal with high-tannin faba beans on gut-bone axis and metabolic response in broiler chickens. *Annals of Animal Science*, 18(3), 801–824. <https://doi.org/10.2478/aoas-2018-0019>

- Tsagkarakis, A. E., Arapostathi, E. I., & Strouvalis, G. I. (2017). First record of the black soldier fly, *Hermetia illucens*, in Greece. *Entomologia Hellenica*, 24(2), 27.
<https://doi.org/10.12681/eh.10893>
- Tsiafouli, M. A., Thébault, E., Sgardelis, S. P., de Ruiter, P. C., van der Putten, W. H., Birkhofer, K., ... Hedlund, K. (2015). Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology*, 21(2), 973–985.
<https://doi.org/10.1111/gcb.12752>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2019). Mid-Atlantic Integrated Assessment: Nitrogen. Retrieved October 4, 2019, from
<https://web.archive.org/web/20030419211624/http://www.epa.gov:80/maia/html/nitrogen.html>
- United Nations. (2015). Sustainable Development Goals to kick in with start of new year. Retrieved November 7, 2019, from
<https://news.un.org/en/story/2015/12/519172-sustainable-development-goals-kick-start-new-year>
- Vaga, M., Hetta, M., & Huhtanen, P. (2017). Effects of heat treatment on protein feeds evaluated in vitro by the method of estimating utilisable crude protein at the duodenum. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(6), 1259–1272. <https://doi.org/10.1111/jpn.12646>
- Vician, V., Kočík, K., Slobodník, B., Svitok, M., & Stašiov, S. (2018). Carabid communities (Coleoptera, Carabidae) in differently managed forage legume stands in the Podpo'anie region (Central Slovakia). *Folia Oecologica*, 45(2), 102–110.
<https://doi.org/10.2478/foecol-2018-0011>
- Vlontzos, G. (2020). *Research and Innovation Towards Sustainable Development Goals in Agriculture*. 1–10.
- Vollmann, J. (2016). Soybean versus other food grain legumes: A critical appraisal of the United Nations International Year of Pulses 2016. *Bodenkultur*, 67(1), 17–24.
<https://doi.org/10.1515/boku-2016-0002>
- Water Footprint Network. (2013). What is a water footprint?

- White, G. A., Smith, L. A., Houdijk, J. G. M., Homer, D., Kyriazakis, I., & Wiseman, J. (2015). Replacement of soya bean meal with peas and faba beans in growing/finishing pig diets: Effect on performance, carcass composition and nutrient excretion. *Animal Feed Science and Technology*, 209, 202–210. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.08.005>
- Wiedmann, T., & Minx, J. (2007). A definition of “Carbon footprint.” In *Ecological economics: research trends*. <https://doi.org/10.1088/978-0-750-31040-6>
- World Bank. (2017). Retrieved September 18, 2018, from <https://www.worldbank.org/en/topic/water-in-agriculture>
- World Economic Forum. (2009). ENERGY VISION UPDATE 2009 Thirsty Energy : Water and Energy in the 21st Century. In *Energy*.
- WRI & WBCSD, W. R. I. & W. B. C. for S. D. (2004). The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard, Revised Edition. In *The GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard*. <https://doi.org/1-56973-568-9>
- Wright, L. A., Kemp, S., & Williams, I. (2011). “Carbon footprinting”: Towards a universally accepted definition. *Carbon Management*, 2(1), 61–72. <https://doi.org/10.4155/cmt.10.39>
- Wu, J., Zhu, Q., Ji, X., Chu, J., & Liang, L. (2016). Two-stage network processes with shared resources and resources recovered from undesirable outputs. *European Journal of Operational Research*, 251(1), 182–197. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.10.049>
- WWF. (2019). WWF statement on devastating forest fires in the AmazonWWF statement on devastating forest fires in the Amazon. Retrieved November 25, 2019, from <https://wwf.panda.org/?351955/WWF-statement-on-devastating-forest-fires-in-the-Amazon>
- Xing, H., Liu, D. L., Li, G., Wang, B., Anwar, M. R., Crean, J., ... Yu, Q. (2017). Incorporating grain legumes in cereal-based cropping systems to improve profitability in southern New South Wales, Australia. *Agricultural Systems*,

- 154(November 2016), 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.03.010>
- Yun, H. M., Lei, X. J., Lee, S. I., & Kim, I. H. (2017). Rapeseed meal and canola meal can partially replace soybean meal as a protein source in finishing pigs. *Journal of Applied Animal Research*, 2119, 1–5.
<https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1284076>
- Zagorakis, K., Liamadis, D., Milis, C., Dotas, V., & Dotas, D. (2015). Nutrient digestibility and in situ degradability of alternatives to soybean meal protein sources for sheep. *Small Ruminant Research*, 124, 38–44.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.01.002>
- Zhang, Y., Huang, K., Yu, Y., & Yang, B. (2017). Mapping of water footprint research: A bibliometric analysis during 2006–2015. *Journal of Cleaner Production*, 149, 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.067>
- Zhou, H., Yang, Y., Chen, Y., & Zhu, J. (2018). Data envelopment analysis application in sustainability: The origins, development and future directions. *European Journal of Operational Research*, 264(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.06.023>
- Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. (2019). Μέτρα ελέγχου της αγοράς Γάλακτος. Retrieved November 17, 2019, from http://www2.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Gala/kya838_51008_fek964_210319gala.PDF
- Καμιναρίδης, Σ., & Μοάτσου, Γ. (2009). *Γαλακτοκομία*. Αθήνα: Έμβρυο.
- Παπακώστα, Δ. (2012). *Ειδική Γεωργία, Σιτηρά και Ψυχανθή*. Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη Παιδεία.
- ΥΠΑΑΤ. (2019). Ψυχανθή-Όσπρια (Νομοθεσία-Στατιστικά). Retrieved November 5, 2019, from <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/phixanthi-ospria>